

**ORDENACIÓN DE RECURSOS FORESTALES  
NO MADEREROS:**

**resinas, corcho, pastos y  
pesca fluvial**

**GUILLERMO RIESCO MUÑOZ  
MARINA AMURRIO ORDÓÑEZ**

**ORDENACIÓN DE RECURSOS FORESTALES  
NO MADEREROS:**

**resinas, corcho, pastos y  
pesca fluvial**

GUILLERMO RIESCO MUÑOZ  
DOCTOR INGENIERO DE MONTES

MARINA AMURRIO ORDÓÑEZ  
DOCTOR INGENIERO AGRÓNOMO

2003

**1ª edición 1995**  
**2ª edición 1997**  
**3ª edición 2002**  
**4ª edición 2003**

## ÍNDICE:

### PRESENTACIÓN

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>INVENTARIO Y ORDENACIÓN DE MONTES PARA LA PRODUCCIÓN DE RESINA</b>	<b>3</b>
2.1.	Introducción	3
2.2.	Tecnología del aprovechamiento resinero	4
2.3.	Ordenación de montes resineros	8
2.3.1.	Objetivos	8
2.3.2.	Inventario	8
2.3.3.	Plan General	10
2.3.3.1.	Elección de especie y método de beneficio	10
2.3.3.2.	Forma principal de masa	10
2.3.3.3.	Método de ordenación	11
2.3.3.4.	Turno y articulación del tiempo	11
2.3.4.	Subciclos del aprovechamiento resinero	11
2.3.4.1.	Subciclo de regeneración	12
2.3.4.2.	Subciclo de desarrollo	13
2.3.4.3.	Subciclo de producción	13
2.3.4.4.	Discusión del sistema	14
2.3.5.	Plan Especial	15
2.3.5.1.	Diámetro mínimo de apertura	16
2.3.5.2.	Posibilidad maderable	17
2.3.5.3.	Resumen del Plan de Resinación	18
2.4.	Transición de ordenaciones resineras a madereras	18

<b>3.</b>	<b>INVENTARIO Y ORDENACIÓN DE ALCORNOCALLES</b>	<b>20</b>
3.1.	Introducción	20
3.2.	Tecnología del aprovechamiento corchero	20
3.2.1.	Concepto de descorche	20
3.2.2.	Época de descorche	21
3.2.3.	Turno de descorche	21
3.2.4.	Clases de corchos y calidades	22
3.2.5.	Coeficientes o módulos de descorche	23
3.3.	Ordenación de alcornoques	23
3.3.1.	Antecedentes	23
3.3.2.	Inventario	24
3.3.2.1.	Unidades inventariables y variables de árbol individual	26
3.3.2.2.	Estimación de existencias y otras variables de masa	27
3.3.2.3.	Calidad de estación	29
3.3.2.4.	Intensidad de descorche	29
3.3.3.	Plan General	30
3.3.3.1.	Elección de especie	30
3.3.3.2.	Forma principal de masa	30
3.3.3.3.	Método de beneficio	31
3.3.3.4.	Tratamiento selvícola	31
3.3.3.5.	División dasocrática y áreas de descorche	33
3.3.3.6.	Articulación del tiempo en el Plan General	34
3.3.3.7.	Métodos de Ordenación	34
3.3.3.8.	Turno de corta	37
3.3.4.	Plan Especial	38
3.3.4.1.	Objetivos	38
3.3.4.2.	Posibilidad corchera	39
3.3.4.3.	Posibilidad maderable	39
3.3.4.4.	Resumen del Plan de Descorche	40

<b>4.</b>	<b>LA ORDENACIÓN DEL PASTOREO EN EL MONTE</b>	<b>41</b>
4.1.	Introducción	41
4.1.1.	Importancia de los pastizales	41
4.1.2.	Concepto y clasificación de los pastizales	41
4.1.2.1.	Concepto	41
4.1.2.2.	Clasificación	42
4.2.	Ordenación de pastizales	43
4.2.1.	Ordenación ganadera	43
4.2.1.1.	Regulación apropiada del ganado	44
4.2.1.2.	Espesura de la cubierta forestal	51
4.2.1.3.	Tratamiento selvícola	52
4.2.1.4.	Distribución del ganado en el monte	53
4.2.2.	Planes de mejora de pastos	55
4.2.2.1.	Construcción de cobertizos	55
4.2.2.2.	Acondicionamiento de abrevaderos	55
4.2.2.3.	Mejora y enriquecimiento del césped	56
4.3.	Conclusión	58
<b>5.</b>	<b>INVENTARIO Y ORDENACIÓN DE RECURSOS PISCÍCOLAS</b>	<b>60</b>
5.1.	Introducción	60
5.2.	Inventario	61
5.2.1.	Análisis del hábitat piscícola	61
5.2.2.	Inventario de peces	62
5.2.2.1.	Ámbito del inventario y diseño de muestreo	62
5.2.2.2.	Inventario cualitativo	63
5.2.2.3.	Inventario cuantitativo	64
5.2.2.4.	Pesca eléctrica	64
5.2.2.5.	Método de captura-recaptura	67
5.2.2.6.	Método de capturas sucesivas	68
5.2.2.7.	Ecosonda	73
5.2.2.8.	Medición y análisis de muestras	74
5.2.2.9.	Otros análisis	77
5.2.2.10.	Proceso de datos	77

5.3. Ordenación piscícola	81
5.3.1. Regulación del aprovechamiento	82
5.3.2. Repoblaciones	83
5.3.3. Mejora del hábitat	85
5.4. Legislación	88
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>90</b>

## **PRESENTACIÓN**

El presente trabajo expone los métodos de inventario y ordenación aplicables a los siguientes recursos forestales: resina, corcho, pasto y pesca fluvial. Va dirigido a los estudiantes de Inventario y Ordenación de Montes de la Escuela Politécnica Superior de Lugo (Universidad de Santiago de Compostela) y se ha planteado como un texto de apoyo, que incluye los contenidos de la última parte del temario de la asignatura. Se supone al lector introducido y familiarizado con los conceptos básicos y más elementales de la Ordenación de Montes. Se evitará, por lo tanto, la explicación de los términos dasocráticos más usuales, aplicables a cualquier ordenación de recursos forestales, madereros o no.

Se pretende evitar que esta propuesta de contenidos aleje al alumno de la revisión bibliográfica de los temas de estudio. Para ello, se incluye en cada capítulo la bibliografía consultada, que se encuentra al alcance del estudiante, no es demasiado extensa y presenta una tipología diversa: textos forestales de carácter general, tratados, monografías, artículos en revistas especializadas, comunicaciones a congresos, etc.

Los capítulos primero, segundo, tercero y quinto han sido redactados por Guillermo Riesco Muñoz, Doctor Ingeniero de Montes y Profesor de Inventario y Ordenación de Montes en la Escuela Politécnica Superior de Lugo. En el capítulo inicial se hace una introducción a la Ordenación de los Recursos Forestales no madereros. En los siguientes se expone la Ordenación de Montes en Resinación, la Ordenación de Alcornocales y la Ordenación de Recursos Piscícolas, por este orden. Se ha dado especial importancia al último capítulo, al entender que el aprovechamiento de los recursos piscícolas de agua dulce tiene en Galicia una significación que no existe para el corcho o la resina. El capítulo cuarto, que trata de la Ordenación de Pastizales, es obra de Marina Amurrio Ordóñez, Doctor Ingeniero Agrónomo en Producción Vegetal. En dicho capítulo se han considerado los pastizales como un recurso forestal más, susceptible de ser ordenado conjuntamente con una explotación maderera. Se explica el modo de determinar la superficie abierta al pastoreo, el tiempo de permanencia del ganado en el monte y la clase y número de cabezas de ganado, según exigen las vigentes Instrucciones Generales de Ordenación de Montes Arbolados (1971) en su artículo 134. Se huye de aquella visión reduccionista que tiende a considerar el aprovechamiento de pastos como una amenaza a la renovación del vuelo, como un gravamen que recae sobre esa "entidad productora de bienes y servicios" que llamamos monte.

Los Autores



## 1. INTRODUCCIÓN

El producto más visible del monte y uno de los más fáciles de cuantificar es la madera. A su producción y optimización va dirigida la Ordenación forestal clásica, que considera de forma marginal otros productos como las leñas, los pastos, la caza, etc. Sin embargo estos productos, llamados habitualmente productos secundarios, pueden superar en importancia económica a la producción maderera, son compatibles con ésta e incluso beneficiosos para la misma. El bajo precio que en ocasiones presenta la madera en pie obliga a buscar la rentabilidad de muchos montes en la diversificación de los recursos objeto de aprovechamiento. La Ordenación no debe limitarse al manejo de un recurso principal, generalmente la madera, al que se subordinan los demás, porque ello hace depender muy estrechamente el cuidado del monte del éxito cambiante de una materia prima en el mercado.

Por otra parte, el monte no es solo una entidad productora de materias primas. Ciertos beneficios que produce son difíciles de valorar en unidades monetarias o incluso físicas. Se trata de bienes y servicios tan preciosos como el oxígeno, la depuración de la atmósfera, la regulación del régimen hidrológico, la producción de suelo vegetal, el amortiguamiento de las oscilaciones del clima, la vida silvestre, el paisaje, etc. La Ordenación preserva todos estos valores, derivados de la existencia de la masa forestal, al garantizar la persistencia de la misma en el espacio y en el tiempo.

El presente trabajo no pretende hacer una revisión completa de todos los recursos forestales no madereros susceptibles de Ordenación. Se ha optado por presentar aquellos recursos que tienen una cierta significación económica a nivel nacional y para los que existe una "doctrina" dasocrática establecida o al menos algún tipo de reglamentación. Han quedado sin tratar cuestiones como la Ordenación cinegética, la Ordenación recreativa o la Ordenación de la biomasa forestal con fines energéticos, tan importantes desde un punto de vista social, ecológico y económico. También han quedado al margen de esta revisión aquellos aprovechamientos de menor entidad, anecdóticos en algunas ocasiones y de difícil cuantificación en la mayoría de los casos, para los que no existen criterios de Ordenación aplicables. Estaríamos

hablando de los frutos forestales (castaña, piñón, bellota, bayas silvestres, etc.), los hongos comestibles, el esparto, las plantas aromáticas, melíferas y medicinales, las cortezas, las brozas, los helechos, los mimbres, etc. Estas producciones de menor entidad aparecen en las estadísticas agrarias como "Otros productos y aprovechamientos forestales" y constituyeron el 20 % de la Producción Final Forestal (PFF) en el año 1998 en Galicia. A su vez, la PFF representó el 12 % de la Producción Final Agraria (PFA) en 1998 en Galicia.

En lo posible se han seguido en el texto las Instrucciones Generales de Ordenación de Montes Arbolados de 1971, aunque resultan claramente insuficientes desde el momento en que dejan sin reglamentación dasocrática a masas forestales pluriespecíficas como las riberas, los parques naturales y las abundantes zonas no arboladas como los matorrales, además de recursos como la caza, los frutos o el uso social. Son insuficientes además porque no consideran el hecho autonómico, fuente de singularidades de gestión, ni consideran los costes, cuestión primordial en el planteamiento de cualquier proyecto de Ordenación.

## 2. INVENTARIO Y ORDENACIÓN DE MONTES PARA LA PRODUCCIÓN DE RESINA

### 2.1. Introducción

La resina o miera es una secreción que producen los vegetales cuando son excitados por métodos físicos y/o químicos. En lo que sigue nos referiremos a la resina que se extrae de ciertas especies del género *Pinus* (en nuestro país fundamentalmente *P. pinaster* Ait. y en menor medida *P. halepensis* Mill. y *P. nigra* Arnold) mediante incisiones en la corteza o mediante tratamiento del cámbium con ácidos. La resina así obtenida de árboles vivos se purifica y destila produciendo un 20 % de aguarrás, un 70 % de colofonia y un 10 % de otros productos como la pez. Estas sustancias son materia prima en la industria de síntesis y en productos manufacturados de gran consumo.

Actualmente son muy escasos los pinares sometidos a aprovechamiento resinero, aunque años atrás la resinación en las zonas más productoras (Segovia, Soria, Ávila, Valladolid, Cuenca, Guadalajara) constituía la mayor fuente de renta procedente del monte, quedando como secundaria la extracción de maderas. En Galicia el aprovechamiento resinero es mínimo y en Castilla solo se mantiene el aprovechamiento resinero en algunas zonas, muy accesibles y productivas, por razones sociales y porque supone mantener mano de obra en verano en el monte, lo cual reduce la siniestralidad por incendios.

La producción de miera se redujo progresivamente en los años 80 y se desplomó en 1991. La razón fundamental del declive del sector de la resina, a pesar del déficit creciente de la UE en productos resinosos, está en la irregularidad de precios en el mercado mundial. Por otra parte, el encarecimiento de los costes laborales en un proceso eminentemente manual como es la resinación de árboles vivos hace que esta fuente de obtención de resinosos no sea competitiva frente a otras como:

- el aprovechamiento de la resina de pinos vivos en países con costes laborales

inferiores al nuestro

- la obtención de derivados resinosos de alta calidad a partir de los residuos de la industria pastero-papelera
- la extracción de resinosos de la madera de coníferas mediante solventes
- la competencia de productos sustitutivos derivados del petróleo.

Sin embargo, las tres últimas fuentes citadas van a perder importancia en el futuro por lo que la resinación de árboles vivos se incrementará posiblemente, sobre todo en países en vías de desarrollo.

## **2.2. Tecnología del aprovechamiento resinero**

Los montes se clasifican de acuerdo a su capacidad productiva de la manera siguiente:

- |   |                        |                               |
|---|------------------------|-------------------------------|
| - | monte tipo A: < 1,99   | kilogramos de miera/pino/año  |
| - | monte tipo B: 2 - 2,99 | kilogramos de miera/pino/año  |
| - | monte tipo C: 3 - 3,99 | kilogramos de miera/pino/año  |
| - | monte tipo D: > 4      | kilogramos de miera/pino/año. |

La media para Castilla es de 3,2 kg (equivalente como mínimo a 160 kg/ha/año) y una posibilidad de un metro cúbico de madera por hectárea y año.

Los montes también se clasifican, desde un punto de vista más productivo que fisiográfico, en montes de llanura y montes de montaña. Los montes de llanura son arenosos, sin sotobosque, con muy bajos crecimientos pero con alta producción de resina. (Se dice que el mejor árbol resinero es el peor maderero). Los montes de montaña son más fríos, con vocación más maderera, y en ellos la resina pasa a ser un aprovechamiento secundario, poco rentable si las condiciones de relieve dificultan la obtención y la saca. En montes húmedos de montaña la resinación solo se realiza durante los cuatro o cinco años anteriores a la corta.

Desde un punto de vista fisiológico, la abundancia en la secreción de resina es función de la cantidad de calor que recibe el fuste y de la humedad relativa del aire. La producción de miera es paralela a la actividad vegetativa del árbol: se inicia en primavera, es máxima en verano y se paraliza en invierno.

El sistema de resinación consiste en visitar cada árbol productor cada seis o más días a lo largo de la campaña de resinación (de marzo a noviembre) para realizar una incisión en el fuste (pica) que estimule el flujo de miera. Las visitas son más frecuentes en verano y en montes de llanura. La miera se recoge en pots, que se vierten en barriles metálicos que son transportados hasta la fábrica (figura 2.1.).

La unidad de trabajo se denomina mata y es el lote de pinos que se entrega al obrero resinero para su aprovechamiento durante la campaña. Para la división del monte en matas similares se considera:

- el sistema de resinación (hay sistemas que exigen más trabajo que otros)
- la producción del monte (de lo que produzca la mata en teoría vivirá un resinero de marzo a noviembre)
- la topografía (todas las matas deben ser igualmente accesibles)
- la distancia a poblaciones o a fábricas (el 60 % de la jornada de trabajo se consume en desplazamientos)
- la capacitación profesional de los resineros
- los usos y costumbres (conocimiento empírico de zonas más o menos productoras).

Las divisiones se plasman sobre el terreno apoyándose en la infraestructura y en las divisiones dasocráticas. Si no hay divisiones físicas entre las matas, éstas se "amojonan" con montones de arena. Actualmente se propugna romper la relación mata/resinero y realizar los trabajos en equipo además de reducir la duración de la campaña a los meses de verano, en los que la secreción de miera es más abundante. Por otra parte, la resinación puede suspenderse durante ciertos años si las circunstancias del mercado internacional así lo aconsejan.

El obrero resinero puede ser empleado en otros trabajos forestales fuera de la campaña de resinación, además de colaborar en los trabajos de prevención y extinción de incendios. Por ello, debe tratarse de personal vinculado al monte y con residencia próxima al mismo.

El sistema tradicional de resinación por estimulación física ha sido el sistema Hughes, consistente en practicar incisiones superficiales en la madera hasta obtener al final de la campaña anual una muesca llamada entalladura. Cinco, seis o siete entalladuras seguidas según el eje longitudinal del árbol, correspondiendo cada una a un año, constituyen una cara (figuras 2.1. y 2.2.). Acabada una cara se inicia una nueva paralela a la anterior dejando siempre entre cara y cara una banda vertical de corteza llamada entrecara o repulgo, de al menos cuatro centímetros de anchura. El árbol se deja de resinar cuando ya no se pueden abrir más caras nuevas sobre el fuste (generalmente se abren hasta cinco caras). Entonces, el árbol agotado para la resinación se apea y del mismo se aprovecha la madera que resta tras eliminar la primera troza, de 3,40 metros. Esta troza se llama melera y solo sirve para leña o eventualmente para trituración, debido al enteamiento de la madera causado internamente por la secreción de resina.

El sistema de pica de corteza (estimulación físico-química) es más moderno y menos laborioso que el sistema Hughes por lo que permite aumentar de un 40 a un 80 % el tamaño de la mata por resinero y apenas daña la madera, por lo que no se producen meleras. La entalladura se forma por eliminación de sucesivas tiras de corteza durante la campaña y por aplicación de una sustancia ácida en pasta o en aerosol estimulante de la resinación en la franja de madera que queda descubierta (figura 2.1.). Por pica de corteza la producción de miera aumenta a 300 kg/ha/año.

La repoblación con material genético mejorado a partir de árboles "plus", seleccionados entre aquellos que registran producciones excepcionales de miera (más de 10 kg de miera por pino y año), contribuiría a largo plazo a elevar la producción de las masas forestales resinadas. Esto permitiría aumentar la productividad de la mano de obra y sostener aprovechamientos resineros rentables.



**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

Figura 2.1. Resinación de pino pinaster. 1: cara abierta por el sistema Hughes. 2: cara abierta por el sistema de pica de corteza. 3: aplicación del estimulante químico de la resinación. 4: miera goteando al pote desde la hojalata. 5: barril para transporte de miera a fábrica.

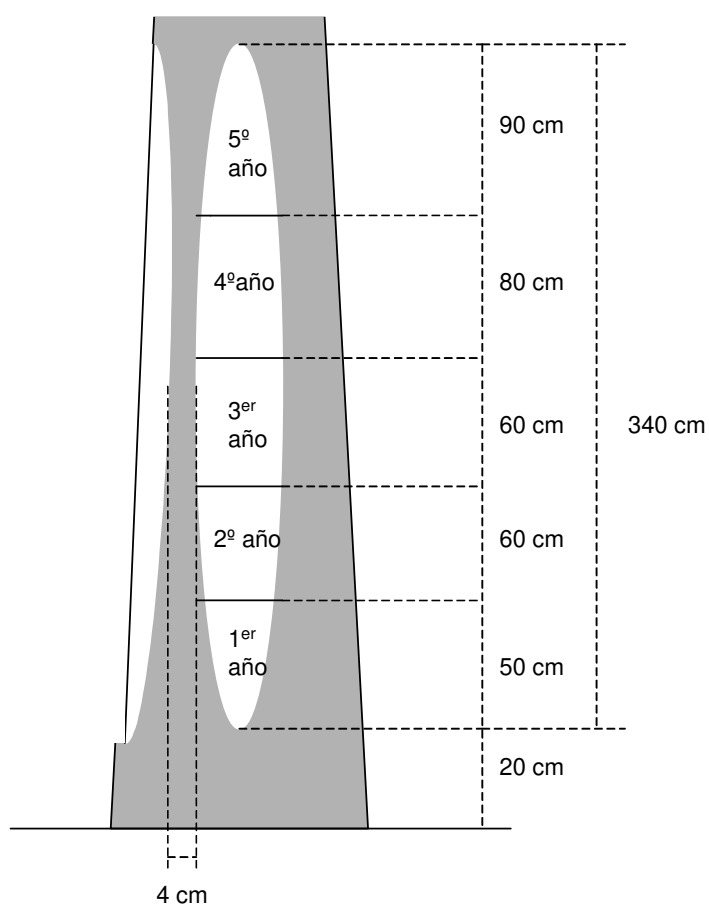


Figura 2.2. Distribución de entalladuras en el sistema Hughes.

## **2.3. Ordenación de montes resineros**

Las ordenaciones resineras se inician en los montes de Utilidad Pública a principios del siglo pasado una vez que entran en vigor las Instrucciones de Ordenación de 1890 y con el impulso de la incipiente industria resinera. Para acceder a referencias históricas sobre el tema, consúltese la bibliografía que se adjunta.

### **2.3.1. Objetivos**

El problema clave de la Ordenación de pinares para resina ha sido combinar la producción maderable con la resinera. Las Instrucciones de 1971 establecen que en el Plan General se decidirá cuál de las dos producciones, resinera o maderable, va a ser preponderante para fijar la orientación técnica y económica de la Ordenación (artículo 105 de las Instrucciones).

Es difícil fijar una producción preferente basando la decisión en criterios dinerarios, variables incluso a corto plazo, y encaja mal con el objetivo de buscar el máximo número de utilidades y aprovechamientos compatibles dentro del monte.

Se trata más bien de optimizar la producción conjunta siempre que se garantice la regeneración del vuelo y la compatibilidad entre aprovechamientos. Las medidas para conseguir esto son:

- evitar la corta de pies que no han sido resinados previamente (por la pérdida de producción de miera que supone)
- evitar el agotamiento resinero de pies que no van a ser cortados a continuación (porque la merma de su crecimiento reduce la producción de madera)
- emplear el sistema de pica de corteza, que no daña la madera.

### **2.3.2. Inventario**

El cálculo de existencias en la zona del monte donde hay pies resinados se



realiza a partir del conteo pie a pie por clases diamétricas de un centímetro (artículo 38). En masas aún no resinadas (cerradas) o ya agotadas se puede realizar inventario por muestreo con clases diamétricas de dos centímetros. Para cada cantón y clase diamétrica se distingue:

- número de pies cerrados
- número de pies agotados
- número de pies resinados (abiertos) que pueden admitir una y dos caras
- número de pies que pueden admitir más de dos caras y tienen una cara abierta
- número de pies que pueden admitir más de dos caras y tienen dos caras abiertas, etc. (figura 2.3.).

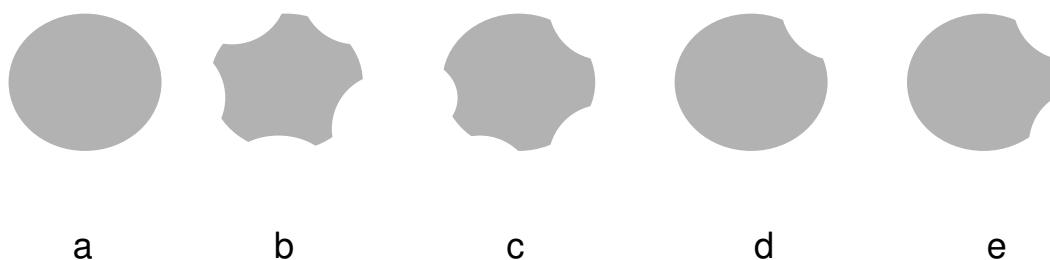


Figura 2.3. Secciones de las clases de pies a distinguir en cada cantón: a) pie cerrado; b) pie agotado; c) pie abierto que pueden admitir una y dos caras; d) pie que puede admitir más de dos caras y tiene una cara abierta; e) pie que puede admitir más de dos caras y tiene dos caras abiertas.

Se eligen árboles tipo tanto entre los resinados como entre los cerrados, como si fueran especies distintas. Sobre ellos se miden las variables necesarias para la determinación de crecimientos y existencias según el método clásico y además se toma el diámetro a unos tres metros de altura (máxima longitud de una cara) para establecer el coeficiente de decrecimiento métrico del diámetro con la altura. Este valor sirve para determinar el diámetro mínimo de apertura y la anchura de la cara, decreciente con la altura, que quedará establecida en el Pliego de Condiciones Técnicas.

Para cada cantón se calcularán por separado las existencias relativas a pies agotados y pies con una o dos caras por abrir, ya que son los más próximos a la corta final y el cálculo de la posibilidad maderable se basa en gran parte en estos volúmenes.

En los pinos que presentan dos o más caras abiertas se mide un diámetro normal inferior al que se mediría sobre un pino cerrado (por la corteza y madera que se elimina al resinar). Por tanto, la estimación del crecimiento por comparación de inventarios puede dar valores negativos si se ha resinado la masa en el periodo entre inventarios. Para estimar el crecimiento es más conveniente basarse en inventario y muestreo adicional de crecimientos diametrales con barrena de Pressler. Por otra parte, la resinación en sí reduce a la mitad el crecimiento fisiológico.

### 2.3.3. Plan General

#### 2.3.3.1. Elección de especie y método de beneficio

Cuando el objetivo de la Ordenación es la producción de resina se elige como especie principal el pino negral (*Pinus pinaster* Ait.), más por su capacidad de producción de miera que por su adaptación al medio, eliminando otras especies como el pino albar (*Pinus pinea* L.), que suele presentarse en mezcla con aquél. Actualmente aumenta la presencia de pino albar en las masas mixtas debido a la pérdida de interés económico de la resina y al precio creciente del piñón.

El monte resinero se beneficia en monte alto dado que la regeneración del pino se realiza por semilla.

#### 2.3.3.2. Forma principal de masa

La forma principal de masa es la regular ya que así se concentran los pies con diámetro apto para la resinación, reduciéndose los costes del aprovechamiento resinero. La concentración de los pies a resinar sería máxima en masas coetáneas de repoblación artificial.

Las masas regulares presentan una distribución diamétrica sensiblemente normal en tanto no son sometidas a aprovechamientos maderables o resineros.

### 2.3.3.3. Método de Ordenación

Si son importantes los dos aprovechamientos, resinero y maderero, se elegirá un método de Ordenación de tramos periódicos, en alguna de sus modalidades más flexibles, por ser el que conduce a la forma de masa regular, siempre que se garantice la renovación del vuelo en tiempo útil (artículo 106). Si ésta no se consigue con el método de tramos periódicos por ser demasiado rígido habrá que recurrir al método del tramo móvil o de entresaca, en los que la dispersión de diámetros es mayor y el aprovechamiento resinero pasa a ser una actividad secundaria, al caer la rentabilidad debido a la mayor separación entre los pies resinables. Los tramos de Ordenación han de ser equiproductivos y en ocasiones se dividen en subtramos de cabida análoga.

### 2.3.3.4. Turno y articulación del tiempo

El turno (T) se determina aplicando los criterios habituales (físico, financiero, de máxima renta en especie, etc.) al aprovechamiento maderero, independientemente del aprovechamiento resinero. Así, en montes de Castilla se puede emplear un turno de 25-30 años para madera para postes y un turno de 70-80 años para madera de sierra. El turno es múltiplo del periodo de regeneración (p) y éste es múltiplo del periodo de resinación (n), que es el número de años necesario para realizar una cara completa. Es decir, en el Plan General los parámetros temporales son todos ellos múltiplo del periodo de resinación, que dura 4, 5, 6 o 7 años (tabla 2.1.).

La duración del periodo de resinación se determina a partir de la duración de los subciclos del aprovechamiento resinero, que tendrán duraciones ajustadas al turno que se establezca y a la calidad de la estación.

### 2.3.4. Subciclos del aprovechamiento resinero

Una vez transcurrido el turno de transformación, la evolución del tramo I del monte normal ordenado por tramos permanentes puede ser la del ejemplo (tabla 2.2.). Se ha supuesto un periodo de resinación de cinco años, un periodo de regeneración de

20 y un turno de 80 años. El tramo II evoluciona de la misma manera que el tramo I pero con un retraso o desfase de 20 años. El tramo III está desfasado 20 años respecto del tramo II y el tramo IV está desfasado 20 años respecto del tramo III. A su vez, cada subtramo está desfasado 5 años respecto del anterior. El turno se divide en tres subciclos: regeneración, desarrollo y producción.

Tabla 2.1. Sistemas ensayados en España para la división del tiempo en el Plan General de un cuartel resinero (T, p y n en años).

TURNO (T)	PERIODO DE REGENERACIÓN (p)	PERIODO DE RESINACIÓN (n)	Nº DE TRAMOS (T/p)	Nº DE SUBTRAMOS (p/n)
64	16	4	4	4
80	20	5	4	4
100	20	5	5	4
100	25	5	4	-
108	18	6	entresaca	entresaca
120	24	6	5	-

#### 2.3.4.1. Subciclo de regeneración

Abarca cuatro quinquenios (1 al 4 en el tramo I del ejemplo). Se realizan las operaciones que tienden a ayudar y asegurar la regeneración del tramo: laboreos, desbroces, cortas de regeneración, siembras, etc. La espesura será inferior a 1000 pies/ha al finalizar este subciclo. Las cortas de regeneración (a hecho por fajas o por aclareo sucesivo uniforme) se concentran en el subtramo en destino mientras que en los otros subtramos se continúa la resinación hasta la corta de los pies agotados. Se elige como primer subtramo en destino aquél del que se espera una regeneración más completa al finalizar el quinquenio.

El tramo en destino del cuartel en transformación se elige por criterios no resineros (artículo 98.2 de las Instrucciones): arbolado escaso o inexistente. Si con este criterio no se puede determinar el tramo sin ambigüedad se acude a criterios resineros: presencia de pies agotados, abundancia de pino albar, etc.

#### 2.3.4.2. Subciclo de desarrollo

Abarca los siete quinquenios siguientes al subciclo de regeneración (periodos 5 al 11 en el tramo I del ejemplo). Tras haberse logrado la regeneración en el subciclo anterior, la masa recibe tratamiento selvícola (podas, clareos, claras selectivas) para llegar a la espesura definitiva de 200 pies/ha con fustes sin nudos y diámetro medio adecuado para iniciar la resinación. Se procurará que el diámetro sea muy similar en todos los pies. En los tres quinquenios anteriores al último (periodos 8, 9 y 10 del tramo I) se pueden resinar algunos pies de entre cuarenta y cincuenta años, que vayan a ser apeados en las últimas claras, en las que se pasa de 400 a 200 pies/ha. El último quinquenio del subciclo es de descanso de la masa.

#### 2.3.4.3. Subciclo de producción

Abarca los cinco últimos quinquenios (12 al 16 en el tramo I del ejemplo). Se resina durante todo el subciclo. Se inicia la resinación cuando los pies alcanzan el diámetro mínimo de apertura ( $d_N$ ), que es el diámetro normal necesario para que un pino cerrado pueda sustentar  $N$  caras de  $n$  entalladuras cada cara, es decir, cuando pueda ser resinado durante  $n \cdot N$  años. Se resinará a vida considerando los años que restan para que los pinos sean cortados y considerando el tamaño y vigor de los pies para soportar las caras que correspondan. La resinación se iniciará escalonadamente, por subtramos. Como el destino de los subtramos difiere en un periodo de resinación, el diámetro de apertura será  $d_N$  y  $d_{N+1}$  en dos subtramos consecutivos. Por ejemplo, en el primer subtramo del esquema adjunto, los pies que admiten cinco caras se abrirán al iniciarse el subciclo porque han de pasar cinco periodos de resinación antes del turno. Tras el siguiente periodo de cinco años se abrirán los que admiten cuatro caras porque pueden soportar cuatro periodos de resinación antes del turno, los que admiten tres

caras se abrirán tres periodos de resinación antes del turno, etc. En el último periodo (quinquenio 16 del tramo I) se resinará a muerte (resinación de las entrecaras) para iniciar posteriormente las cortas de reproducción. Durante todo el subciclo se apean los pies agotados que van apareciendo en el tramo.

#### 2.3.4.4. Discusión del sistema

Dicho esquema presenta el problema de su rigidez. Al emplear el método de Ordenación por tramos permanentes se acepta un sistema que no admite holguras, un "mecanismo de relojería" en el que una previsible desviación procedente de una regeneración precaria o un crecimiento insuficiente pueden dar al traste con el Plan General, obligando a continuas Revisiones, cuando no a nuevas Ordenaciones.

La división de la superficie en subtramos ayuda a concentrar los pies resinables (necesario para rentabilizar la resinación), compartimenta la masa, localiza y agiliza la gestión. En realidad es como dividir el cuartel en 16 tramos con un periodo de regeneración de cinco años. Si ésta no se consigue en tan breve plazo es necesario obviar la localización en subtramos y extender las cortas de regeneración a todo el tramo en destino durante 20 años y aún así puede resultar insuficiente la regeneración. Además, se ha supuesto en el ejemplo (tabla 2.2.) que el diámetro mínimo de apertura se alcanza a los 55 años. Esto depende de la calidad de la estación. En estaciones buenas el diámetro de apertura se alcanza a los 45 años y el subciclo de producción se alarga hasta 35 años (los cinco últimos a muerte).

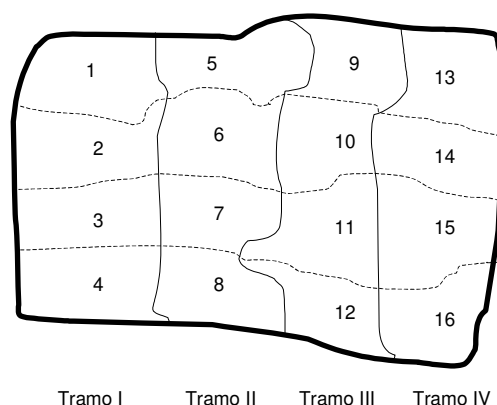


Figura 2.4. División del cuartel en tramos I al IV (línea continua) y subtramos 1 al 16 (línea discontinua).

Tabla 2.2. Esquema de Plan General para el tramo en destino (Tramo I) de un cuartel en resinación con un turno de 80 años y un periodo de regeneración de 20 años. Adaptado de Serrano Orodea (1991). RV = resinación a vida; RVDN = resinación a vida y apertura de pinos que admiten al menos N caras; RM = resinación a muerte; RVPCL = resinación a vida previa a claras; RMPCL = resinación a muerte previa a claras; CR = cortas de reproducción.

Quinquenio	Subtramo 1	Subtramo 2	Subtramo 3	Subtramo 4	
1	CR	CR-RM	CR-RVD2	CR-RVD3	regeneración
2	CR	CR	CR-RM	CR-RVD2	
3	CR	CR	CR	CR-RM	
4	CR	CR	CR	CR	
5	-	-	-	-	desarrollo
6	-	-	-	-	
7	-	-	-	-	
8	RVPCL	RVPCL	RVPCL	RVPCL	
9	RVPCL	RVPCL	RVPCL	RVPCL	
10	RMPCL	RMPCL	RMPCL	RMPCL	
11	-	-	-	-	
12	RVD5	RVD5	RVD5	RVD5	producción
13	RVD4	RV	RV	RV	
14	RVD3	RVD4	RV	RV	
15	RVD2	RVD3	RVD4	RV	
16	RM	RVD2	RVD3	RVD4	

### 2.3.5. Plan Especial

El Plan Especial tiene una duración de diez años o abarca, como máximo, dos periodos de resinación (artículo 128). En él se calcula el diámetro  $d_N$  de los pies que se abrirán y se indica el diámetro de los que se continuarán resinando y el de los destinados a muerte, de manera que se garantice el agotamiento inmediatamente anterior al momento de la corta. La resinación a vida de pies con diámetros superiores a 35 centímetros no excederá el 60 % de la cabida arbolada del cuartel y el número de

pies resinados no será mayor del 40 % de los contabilizados con diámetro superior a 20 centímetros (artículo 127).

### 2.3.5.1. Diámetro mínimo de apertura

Se calcula mediante la expresión:

$$d_N = \frac{\sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos\left(\frac{180}{N}\right)}}{\sin\left(\frac{180}{N}\right)} - n(N-1)\frac{C_d}{2} + 2k$$

donde:

$d_N$  = diámetro mínimo de apertura a 1,30 m

A = ancho de la entalladura a 1,30 m

B = ancho de la entrecara a lo largo del fuste (valor constante)

N = número de caras

n = número de entalladuras por cara

$C_d$  = crecimiento diametral anual a 1,30 m

k = espesor de la corteza a 1,30 m.

El diámetro mínimo de apertura usual está entre 34 y 38 centímetros.  $C_d$  se divide por dos para considerar la merma de crecimiento que produce la resinación y se considera crecimiento nulo con resinación a muerte. A y B son fijas para cada sistema de resinación (figura 2.2.) y se especifican en el Pliego de Condiciones Técnicas del Proyecto.

Una vez calculado el diámetro mínimo de apertura es necesario un mínimo de 50 pies resinables por hectárea para justificar el aprovechamiento resinero. Los valores medios de densidad son:

- monte de llanura                      80/100 pies/ha              (3500 pies/mata)
- monte de montaña                  150/250 pies/ha            (4500 pies/mata).



EJEMPLO: En el inventario de un tramo de pino negral se han obtenido los siguientes resultados medios:

- densidad	150 pies/ha
- diámetro normal	32 cm
- desviación típica	6 cm
- edad	55 años
- crecimiento diametral	0,4 cm/año
- espesor de corteza	4 cm

Se propone un ancho de cara de 14 cm y un ancho de entrecara 4 cm.

Si el turno de la masa es de 80 años (modelo francés) determinar el diámetro mínimo de apertura y el número de pies resinables por hectárea.

Solución:

Para un turno de 80 años, la masa de 55 años de edad puede ser resinada durante  $80 - 55 = 25$  años. Es decir,  $n \cdot N = 25$  por lo que *necesariamente*  $n = 5$  y  $N = 5$ . El valor de  $d_5 = 34$  cm se obtiene sustituyendo los valores en la expresión de  $d_N$ .

Si aceptamos que la variable diámetro  $d$  sigue una distribución normal  $N(32,6)$ , la variable normalizada  $(D - 32)/6$  sigue la distribución normal  $N(0,1)$ . Por tanto, el valor  $(34 - 32)/6 = 0,33$  corresponde a una probabilidad del 37 % en las tablas de la distribución normal (es decir, un 37 % de los pies supera los 34 cm de diámetro). Así,  $0,37 \cdot 150 = 55$  pies/ha superan el diámetro mínimo de apertura, lo cual es una densidad suficiente para iniciar la resinación.

#### 2.3.5.2. Posibilidad maderable

La posibilidad se estima sobre pies agotados, a punto de agotarse (una cara por abrir) o pies para resinar a muerte. En el tercer caso se provoca una disminución apreciable del diámetro y la cubicación tras la corta ofrece existencias inferiores a las previstas. El mismo problema se da al calcular la posibilidad en productos intermedios. Esto obliga a rebajar la posibilidad en la cuantía adecuada según la proporción en la que estén presentes los pinos que se marcan para resinar a muerte.

### 2.3.5.3. Resumen del Plan de Resinación

El Plan Especial (artículo 129) presentará un resumen del Plan de Resinación por subtramo y periodo de resinación que incluirá:

- número de pies a vida abiertos (indicando número de caras abiertas)
- número de pies a vida cerrados
- número de pies a muerte
- producción en kilogramos de miera/pie
- producción en kilogramos de miera/ha.

### 2.4. Transición de ordenaciones resineras a madereras

En la actualidad, con el hundimiento de la oferta de resina de pino nacional, se pasa por un momento de transición ya que los cuarteles ordenados a turnos largos (80 o 90 años) productores de resina se están reconvirtiendo a otros objetivos de Ordenación. Se plantea así el problema de gestionar montes con pies resinados (herencia de ordenaciones resineras o mixtas) y pies más jóvenes no resinados. En este caso, lo más acertado es considerar la masa sin hacer distinciones entre pies resinados, llamados "abiertos", y pies no resinados, llamados "cerrados", "redondos" o "negros", atendiendo en las cortas de regeneración a un criterio estrictamente selvícola de inducción de la diseminación y del repoblado. No obstante, aún existe la tendencia en los señalamientos madereros a eliminar preferentemente los pies resinados (tendencia que se explica por la práctica tradicional de apear solo los pies agotados para la resinación) con lo cual la puesta en luz es demasiado brusca para un periodo de regeneración de duración reducida y se producen rasos difíciles de regenerar tanto de forma natural como artificial.

La Ordenación actual deberá prever la resinación (en las zonas aptas en cuanto a especie, clima y relieve) aunque ésta no se ejecute. Se propone un turno de cien años, con periodo de regeneración de 25 años, 50 de desarrollo y 25 de producción, con las cortas de regeneración y mejora realizadas por tramos periódicos en alguna de

sus modalidades más flexibles. Se deben conservar los subtramos solo a efectos de localización de los trabajos puesto que el empleo de los subtramos como unidad dasocrática resulta excesivamente rígido.

### **3. INVENTARIO Y ORDENACIÓN DE ALCORNOCALES**

#### **3.1. Introducción**

El corcho es la corteza del alcornoque (*Quercus suber* L.). Es un material ligero, decorativo, aislante e impermeabilizante, que se utiliza en la construcción y en diversas industrias.

España es el segundo productor mundial de corcho, con el 23 % de la producción, después de Portugal, que produce el 50 %. Las principales zonas corcheras de España se localizan en Andalucía, Extremadura y Cataluña.

Actualmente, las masas españolas de alcornocal están envejecidas y el corcho que producen es escaso y de baja calidad. No se aplican criterios selvícolas correctos, por la dificultad y coste de implantación de los mismos. Apenas se efectúan tratamientos fitosanitarios y escasean los acotados y otras ayudas a la regeneración. Periódicamente se realizan laboreos y rozas inadecuados, manteniendo cargas ganaderas y cinegéticas excesivas, que dan lugar a regeneración escasa, espesuras deficientes y distribuciones de edades desequilibradas.

Los precios y la disponibilidad de materia prima originan una separación importante entre los productores y la industria de transformación, constituida por empresas de tipo familiar radicadas fundamentalmente en Cataluña.

#### **3.2. Tecnología del aprovechamiento corchero**

##### **3.2.1. Concepto de descorche**

El descorche o pela es una delicada operación consistente en extraer la corteza del alcornoque sin dañar la madre o casca, que es el tejido generador del corcho. Para ello se requiere mano de obra especializada (figura 3.2.), diestra en el empleo de las herramientas manuales propias del aprovechamiento corchero.

### 3.2.2. Época de descorche

El descorche se realiza en verano. Si se efectúa antes de junio o después de agosto aumenta el riesgo de exponer la madre, recién descubierta con el descorche, a condiciones climáticas adversas (heladas tardías, fríos adelantados). La madre dañada no producirá más corcho o lo producirá de baja calidad en los sucesivos descorches.

El descorche no debe efectuarse en días lluviosos o con vientos desecantes o bajo situaciones de estrés (podas o limpiezas recientes, sequías, incendios, plagas).

### 3.2.3. Turno de descorche

Se llama turno de descorche al número de años que media entre una pela y la siguiente. El turno de descorche no es un valor fijo pero tiende a estabilizarse entre 9 y 10 años para Andalucía y Extremadura, y 12 años para Cataluña. La tendencia actual es la de aplicar el turno de 10 años a nivel nacional. En circunstancias especiales se puede adelantar o retrasar el turno de descorche hasta dos años, con un turno mínimo legal de ocho años. La elección del turno deberá basarse en la máxima producción (artículo 108 de las Instrucciones de Ordenación), lo que lleva al turno de descorche lo más bajo posible, dado que la pauta de crecimiento del corcho muestra que la producción en un año siempre es superior a la producción en el año siguiente si en el anterior no se descorcha (figura 3.1.).

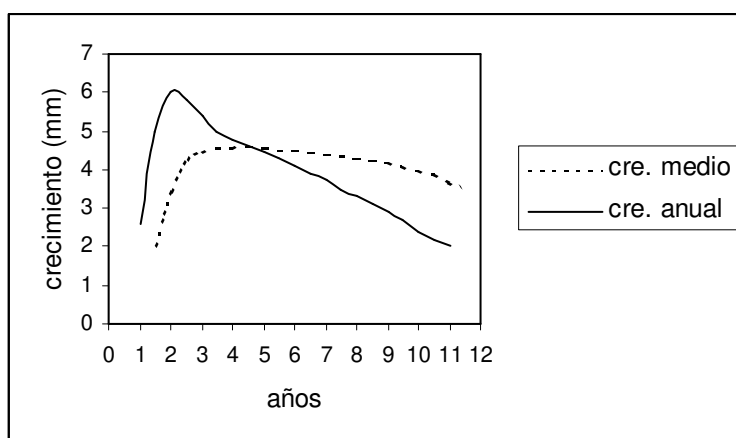


Figura 3.1. Curvas de crecimiento medio y anual del espesor del corcho a lo largo del turno de descorche. Adaptado de Montoya Oliver (1988).

Desde el punto de vista financiero interesa el turno de descorche largo porque se asegura la obtención de panas de corcho gruesas (figura 3.7.), que se pueden emplear en la fabricación de tapones de corcho natural, producto de precio elevado y demanda creciente. Así, la pérdida de producción en años sucesivos se compensa con un incremento del precio final del producto. Además, la vitalidad del árbol se conserva mejor con descorches poco frecuentes.

Por el método de descorche en redondo, o descorche total, se marca una superficie sobre el fuste y se saca todo el corcho de una vez. Por el método de descorches parciales se divide el turno de descorche en subturnos, en cada uno de los cuales se obtiene una parte del corcho marcado.

El alcornoque se descorcha por primera vez cuando la circunferencia normal sobre el corcho (a 1,30 m de altura) llega a 60 cm (artículo 108). Esta dimensión se alcanza entre los 30 y los 60 años, dependiendo de la fertilidad de la estación, de los tratamientos culturales y del método de regeneración. Esta primera pela no se debe retrasar, por la pérdida de rendimiento que ello supondría y por la dificultad, creciente con los años, para separar el corcho de la capa madre.

#### 3.2.4. Clases de corchos y calidades

El corcho puede ser de varios tipos. El corcho bornizo es el que se obtiene en la primera pela (desbornizado). El corcho de reproducción es el que se obtiene en las pelas siguientes (se llama segundero si se obtiene en la segunda pela, refino si se obtiene en la tercera, trefino si se obtiene en la cuarta y de clase si se obtiene en la quinta pela y sucesivas, figura 3.3.). El corcho de reproducción presenta una superficie mucho más plana y regular que el bornizo, en el que abundan poros, grietas y sinuosidades. Se llama corcho de invierno al procedente de clareos, claras y podas.

Los parámetros que definen la calidad del corcho son el calibre (espesor), la porosidad y la textura (anchura de los anillos de crecimiento, color, grano), que vienen influidos por factores genéticos, por la calidad de la estación, estado fitosanitario, edad

y procedencia (ramas o fuste). El corcho de ramas (figura 3.4.) es de muy buena calidad, pero para su uso posterior hay que considerar que el calibre del corcho se reduce con la altura.

La clasificación en calidades se viene haciendo de forma subjetiva, sin criterios cuantitativos y sin establecer patrones de calidad basados en muestras representativas.

### 3.2.5. Coeficientes o módulos de descorche

Son unos valores (p) determinados empíricamente, que multiplicados por la circunferencia normal (cn) dan el valor de la altura (Hd) a la que debe llegar el descorche ( $Hd = p \cdot cn$ ). Si Hd es superior a la altura del fuste (hf) se deben descorchar las ramas, siempre que la circunferencia de éstas en la base sea superior a 45 cm. Los coeficientes de descorche crecen con el número de orden de la pela, variando entre 2 y 3,5. En la primera pela Hd es siempre igual a un metro (figura 3.3.).

## 3.3. Ordenación de alcornocales

### 3.3.1. Antecedentes

Los alcornocales tienen producciones muy variables de un año para otro debido a que en general no están ordenados. Solamente está ordenado entre el 10 y el 15 % del total de montes alcornocales, habiéndose empleado el método de ordenación de tramos permanentes, demasiado rígido para esta especie. No existe una metodología de Ordenación desarrollada específicamente para alcornocales aunque sería necesaria y ya se están realizando experiencias concretas en determinados montes, cuyos resultados pueden encontrarse en la bibliografía que se adjunta.

Las ordenaciones de alcornocales son siempre multiobjetivo porque frente al valor económico de la producción corchera nunca es despreciable el papel ecológico y la producción ganadera y cinegética de estos montes, que en su mayoría son dehesas y montes pastables ubicados en zonas económicamente deprimidas. Por lo tanto, la

producción de corcho debe hacerse compatible con otros fines y funciones del monte. El alcornocal es un sistema forestal típicamente mediterráneo donde la producción forestal va unida siempre a la producción agrícola y pecuaria (pastos y montanera).

### 3.3.2. Inventario

El inventario puede realizarse por conteo pie a pie o por muestreo.

Los *inventarios pie a pie*, recomendados por las Instrucciones vigentes para el caso de masas irregulares (artículo 39), presentan los conocidos inconvenientes de:

- lentitud y coste excesivos en relación con los inventarios por muestreo
- estimación de existencias por procedimientos estadísticamente poco rigurosos (árboles tipo)
- incierto nivel de error debido a una simplificación excesiva en la toma de datos (a fin de lograr rendimientos de trabajo aceptables y comparables con los inventario por muestreo).

El *muestreo estadístico* permite determinar con rigor los errores al nivel de significación previsto, referidos a la variable de interés, que suele ser el peso de corcho por hectárea, la superficie de descorche (figura 3.4.) o el área basimétrica.

El inconveniente del inventario es que la información que proporciona solo es válida para unidades de superficie no inferiores al cantón, lo que posibilita la estima de producciones pero dificulta una gestión detallada sobre pequeñas superficies. Para solventar este inconveniente es interesante aportar para cada cantón información cartografiada procedente de fotografías aéreas y reconocimientos de campo indicando: áreas rasas y pobladas, zonas en producción y regeneración por especies y clasificación por espesuras. Si no se dispone de plano de cantones es práctico contar al menos con un croquis de rodales marcado sobre fotografías aéreas.





1

2

3

Figura 3.2. Realización del descorche. 1: pela del fuste. 2: pela de fuste y ramas. 3: alcornoque descorchado.

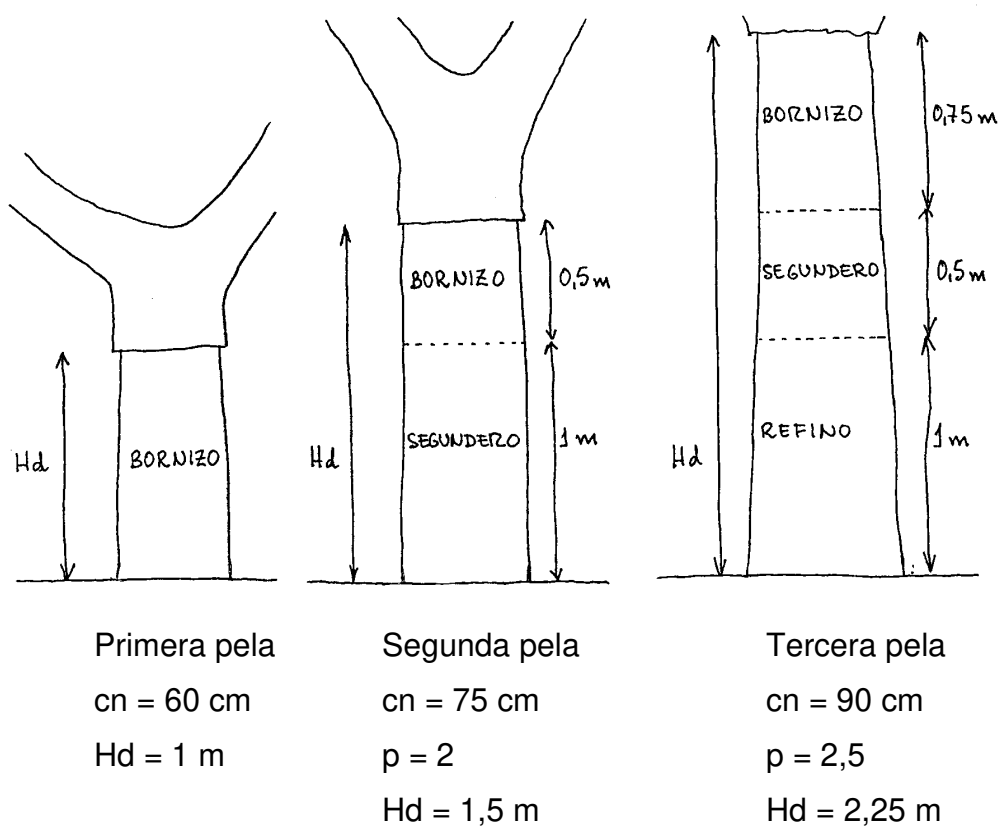
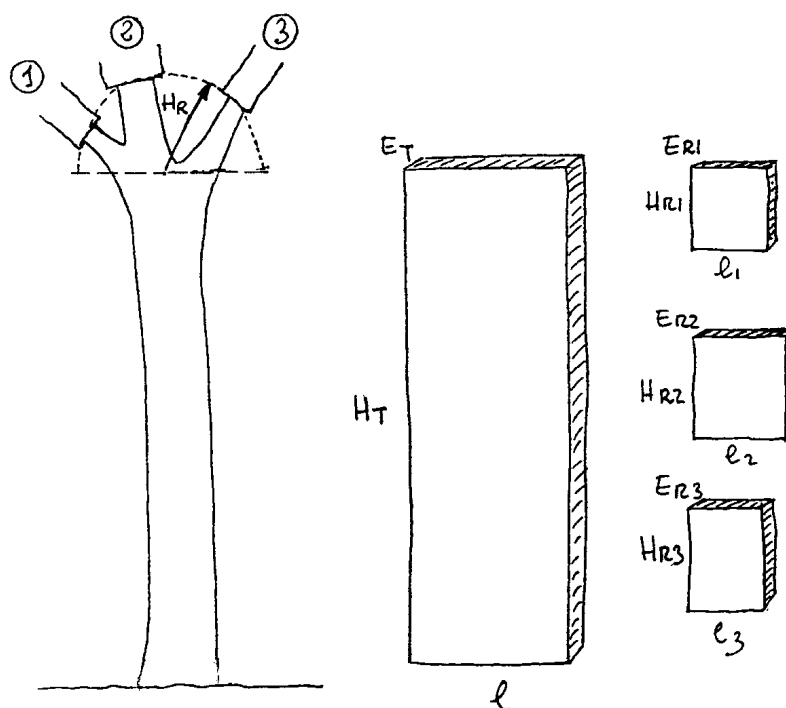


Figura 3.3. Clases de corcho obtenidas en pelas sucesivas.



$$Hd = H_T + H_R$$

$$sd = l \cdot H_T + l_1 \cdot H_{R1} + l_2 \cdot H_{R2} + l_3 \cdot H_{R3}$$

$$v = l \cdot H_T \cdot E_T + l_1 \cdot H_{R1} \cdot E_{R1} + l_2 \cdot H_{R2} \cdot E_{R2} + l_3 \cdot H_{R3} \cdot E_{R3}$$

$$P = v \cdot \gamma$$

Figura 3.4. Representación geométrica de la superficie de descorche.  $H_T$  = altura a descorchar en fuste;  $H_R$  = altura a descorchar en ramas;  $sd$  = superficie de descorche;  $l$ ,  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $l_3$  = anchura de las panas;  $E_T$ ,  $E_{R1}$ ,  $E_{R2}$ ,  $E_{R3}$  = espesor de las panas de corcho;  $v$  = volumen de corcho;  $P$  = peso de corcho;  $\gamma$  = peso específico del corcho.

### 3.3.2.1. Unidades inventariales y variables de árbol individual

Los *cantones* deben ser suficientemente grandes para agilizar el manejo pero no tan grandes que la gestión de la masa resulte demasiado simplificada. Para zonas donde la producción corchera es predominante los cantones deben tener de 20 a 40 hectáreas, dependiendo de que el alcornoque se encuentre en masas puras o mezcladas, y el doble de superficie para zonas donde la producción predominante es ganadera (artículo 39). Los cantones deben ser internamente homogéneos en cuanto a calidad de estación y estado de la masa, con límites naturales o artificiales bien definidos y lo más permanentes posibles.

Las *parcelas* de muestreo serán de dimensión tal que incluyan entre 15 y 20 pies. Las variables a medir en cada parcela son las habituales en cualquier inventario forestal, considerando inventariables los pies de perímetro normal sobre el corcho igual o superior a 30 cm, contándose los no inventariables (entre 7 y 30 cm). Las clases perimétricas van de 10 en 10 cm. La medición de diámetros o perímetros se realiza sobre el corcho en pies no desbornizados. En el resto se mide con posterioridad al descorche o bien se descuenta el espesor del corcho presente. También se cuenta el número de pies a descorchar por primera vez.

En algunos pies de cada parcela se miden las variables propias de la producción corchera: diámetro inferior y superior de descorche en cruz, altura de descorche, longitud, diámetro y número de ramas descorchadas, así como edad, peso y calidad del corcho sobre muestras de corcho seco al aire.

A partir de las mediciones anteriores se calcula la superficie de descorche (sd), el coeficiente de descorche (p), el peso de corcho por unidad de superficie de descorche (PC), el peso de corcho en el árbol (P) y el peso específico de transacción comercial ( $\gamma$ ), que se define como el peso de corcho seco al aire durante quince días dividido por su volumen (figura 3.4.). En conteo pie a pie se calcula, para cada clase diamétrica o perimetral, los *valores modulares* de las variables anteriores.

La aplicación de la barrena y el conteo de anillos en campo es difícil en el alcornocal pero sirve para determinar la edad y la evolución del crecimiento en diámetro, que informa del crecimiento de la superficie de descorche entre una pela y la siguiente.

#### 3.3.2.2. Estimación de existencias y otras variables de masa

Las existencias de corcho se dan en toneladas métricas, aunque el corcho se comercializa en quintales castellanos (1 quintal castellano = 46 kilogramos).

Conocida la distribución diamétrica, la estimación de existencias puede

efectuarse mediante valores modulares, mediante el empleo de tarifas (de ámbito geográfico general) o mediante tablas de producción (de ámbito más restringido). Valores modulares, tarifas y tablas sirven para estimar cantidades pero no calidades de corcho. Existen tarifas que estiman la superficie de copa (sc) o superficie correcta de descorche (sd) a partir del diámetro normal (dn):

$$sc = sc(dn)$$

$$sd = sd(dn)$$

Por lo tanto, a partir de la clasificación diamétrica de un cantón de cabida conocida se puede conocer mediante el empleo de estas tarifas la fracción de cabida cubierta (FCC, en porcentaje) y la superficie de descorche (sd, en m<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>/ha), parámetros necesarios para definir tratamientos selvícolas.

En el cálculo de existencias figurarán por separado: el bornizo procedente de primera pela en el turno de descorche y el corcho de árboles ya puestos en producción, distinguiendo troncos, ramas y bornizo procedente del aumento de la longitud de descorche en función de los coeficientes que se estime conveniente adoptar (figura 3.3.). Se hará constar si se producen pelas parciales.

En monte bajo se realizará el inventario por muestreo (artículo 43) estimando el número de cepas con posibilidad de rebrote por hectárea, la circunferencia normal media y la altura media, las existencias y crecimientos del corcho y la relación de corcho a leñas en función de la edad y la espesura.

La geometría del alcornoque es compleja e irregular. No es relevante la información sobre existencias y crecimientos maderables pero es de interés el estado fitosanitario y de regeneración del alcornocal, altura dominante, composición del estrato arbustivo, etc.

Se redacta para cada cantón una descripción cualitativa y cuantitativa de las intervenciones realizadas y de las producciones obtenidas.

### 3.3.2.3. Calidad de estación

La calidad de la estación es un indicador de la potencialidad productiva del alcornocal. La calidad de la estación puede llegar a ser inversa a la calidad del corcho ya que las condiciones ambientales desfavorables (clima seco y cálido), aunque dificultan la regeneración, dan lugar a anillos de crecimiento del corcho más estrechos, lo que aumenta la calidad del mismo. Esto no se cumple en estaciones muy desfavorables, en las que se produce corcho de mala calidad: delgado, duro y denso.

Las oscilaciones de precio en los distintos tipos de corcho según su calidad y su calibre son enormes (figura 3.5.). Por ello, el valor de un alcornocal como productor de corcho no depende de la calidad de la estación sino de la calidad y precio del corcho.

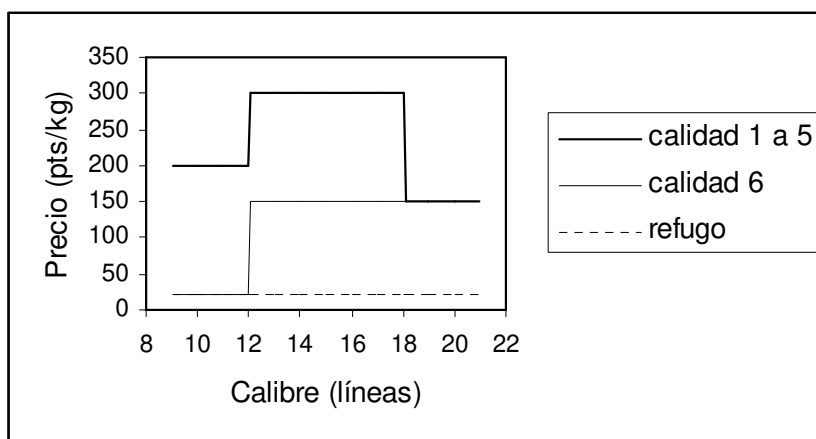


Figura 3.5. Relación precio/calibre por calidades para Extremadura en 1988 (González Adrados, 1993).

### 3.3.2.4. Intensidad de descorche

En lugar de la superficie descorchada puede manejarse en los cálculos de existencias la variable área basimétrica (AB, en m<sup>2</sup>/ha) siempre que se conozca la relación sd/AB, llamada intensidad de descorche ( $Id = sd/AB$ ).

Se puede obtener una misma superficie de descorche con un área basimétrica reducida y una intensidad de descorche elevada (el caso más común) o bien con un área basimétrica elevada y una intensidad de descorche reducida (más conveniente para la estabilidad de la masa y el abaratamiento del descorche).

El calibre medio de la cosecha varía cuando lo hace la intensidad de descorche.

El empleo del área basimétrica es ventajoso debido a su fácil medida por muestreo relascópico, siempre que se conozca la intensidad de descorche por cantón, deducible a partir de parcelas experimentales.

### 3.3.3. Plan General

#### 3.3.3.1. Elección de especie

Es muy frecuente la mezcla de alcornoque con otras quercíneas como el quejigo (*Quercus faginea* Lamk.) y la encina (*Q. ilex* L.), con pinos como el negral (*Pinus pinaster* Ait.) y el piñonero (*P. pinea* L.) y con el acebuche (*Olea europaea* L.), siendo aconsejable la mezcla por rodales y no pie a pie.

Puede ser interesante la repoblación mixta con pino cuando sea patente la degradación de los suelos y sea escasa la regeneración del alcornocal.

#### 3.3.3.2. Forma principal de masa

Para elegir tratamientos conducentes a la masa regular, que es la forma principal de masa más adecuada para una especie de luz como el alcornoque, es preciso que el cuartel presente una cierta parcelación de las clases de edad, o bien que tenga grandes superficies rasas que puedan ser repobladas simultáneamente, constituyendo el tramo en regeneración. El primer caso es muy poco frecuente, al contrario que el segundo. También se puede considerar regeneración de alcornocal el caso de introducción artificial de un subpiso de alcornoque bajo la cubierta de otra especie, generalmente un pino.

La regeneración del alcornoque bajo cubierta de pinar puede producirse así mismo de forma natural, habiéndose observado en algunos montes (tabla 3.1.) que este fenómeno es más común en pinares de negral que en pinares de piñonero.

Tabla 3.1. Composición específica en área basimétrica (AB, en m<sup>2</sup>) y en tanto por ciento respecto del área basimétrica total (% AB) en los montes Dehesa Carnicera (1) y El Chortal (2), en la provincia de Jaén. Riesco *et al.* (1987).

ESPECIE	AB (1)	% AB (1)	AB (2)	% AB (2)
<i>Pinus pinaster</i>	21,4	47,4	12,5	87,4
<i>Pinus pinea</i>	22,9	50,7	-	-
<i>Quercus suber</i>	0,6	1,3	0,8	5,6
<i>Quercus faginea</i>	0,2	0,4	0,7	4,9
<i>Quercus ilex</i>	0,1	0,2	0,3	2,1

### 3.3.3.3. Método de beneficio

El alcornocal se puede aprovechar en monte alto, medio o bajo, aunque lo más interesante económicamente es el monte alto, dado el bajo precio de la leña, así como la escasa longevidad y vigor decreciente de los brotes de cepa.

Si en un futuro tuviera interés el monte bajo podría aplicarse al mismo el método de ordenación de división por cabida (artículo 110), dividiendo el cuartel en serie graduada de tranzones equiproductivos.

### 3.3.3.4. Tratamiento selvícola

La *regeneración* natural por semilla se produce de forma difusa a lo largo del tiempo y únicamente bajo las copas o, a lo sumo, en la periferia de las mismas: no hay en absoluto colonización espontánea de zonas rasas. Por tanto, la regeneración del alcornocal no está ligada a la corta de la masa adulta. La regeneración suele ser abundante si el sotobosque es discontinuo, si la carga cinegética-ganadera es baja y si la estación seca es inferior a cuatro meses. Debido al carácter múltiple de las producciones y servicios en el alcornocal, durante la fase de regeneración se originan incompatibilidades entre los diferentes usos.

Para mejorar las masas actuales sería necesario el acotamiento al ganado durante los primeros años, una intensidad de descorche moderada y reservar los tratamientos culturales agresivos (laboreo, desbroce, fertilización, poda intensa) solo para aquellos alcornocales alejados de su óptimo ecológico.

Las *cortas de mejora* en masas regulares (claras y clareos) se realizan antes de que los pies alcancen la circunferencia de 60 cm y no tienen por finalidad extraer productos sino regular la densidad de la masa. En previsión de la mortalidad natural las claras deben ser poco intensas.

En masas irregulares, las cortas de mejora y las finales se efectúan simultáneamente y tras el descorche.

El calibre del corcho y el peso de corcho por superficie descorchada no son sensiblemente afectados por la realización de claras. Por tanto, la producción de corcho aumenta con la espesura de la masa hasta que ésta alcanza un valor óptimo.

Las cortas de mejora reducen el área basimétrica, cuando es excesiva, hasta el valor óptimo. La densidad y distribución diamétrica óptimas recomendadas (figura 3.6.) dependen de la importancia que tenga el aprovechamiento de pastos, variando los datos con los autores. Se apuntan espesuras óptimas de 20-25 m<sup>2</sup>/ha en área basimétrica y de 0,6-0,7 en fracción de cabida cubierta para buenas calidades de estación si el corcho es aprovechamiento principal, aunque la fracción de cabida cubierta no debe superar el 0,4 y el área basimétrica no debe superar los 10-16 m<sup>2</sup>/ha (mínimo de 40 pies por hectárea) cuando la producción de pastos es elevada. Se recomienda la medición de la espesura en área basimétrica pues no es sencillo determinar la fracción de cabida cubierta por fotografía aérea si existe matorral potente.

El inventario no resuelve el problema de cómo localizar las claras con precisión dentro del cantón, debido a la desigual distribución de los árboles dentro del mismo. Por ello, es necesario distinguir rodales en cada cantón, ajustando el tipo de intervención selvícola a las circunstancias particulares de cada rodal.



En los clareos basta con dejar un distanciamiento entre copas del orden de la mitad de su radio, efectuando a la vez la limpia del fuste hasta 2,5 metros de altura.

Las *podas* son de formación, seguidas de muy ligeras podas de mantenimiento. A lo sumo se realizará una poda durante el turno de descorche (artículo 131), localizada a la mitad del turno. El bornizo y el peso o volumen de leñas a obtener en las podas se estimarán mediante relaciones conocidas peso de corcho/peso de leñas, que se calculan a partir de árboles tipo, aprovechando operaciones de corta.

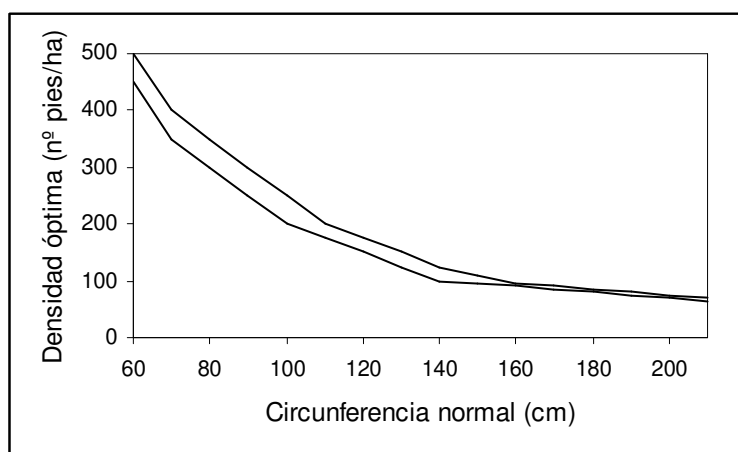


Figura 3.6. Variación de la densidad óptima con la circunferencia normal media en montes cuya producción principal es el corcho. Sobre datos de *Montero et al.* (1991).

### 3.3.3.5. División dasocrática y áreas de descorche

Para masas regulares y semirregulares, las áreas de descorche anual (tantas como años tiene el turno de descorche) deben comprender uno o varios cuarteles (entre 200 y 500 ha) porque en el cuartel regular o semirregular existen varios tramos, conteniendo cada uno una o dos clases de edad distintas. (Los tramos se definen según los criterios generales de cada método de Ordenación). Si existieran varias áreas de descorche anual dentro del cuartel, algunas estarían compuestas mayoritariamente por cantones jóvenes y, por tanto, improductivos en corcho, presentando un incremento enorme de la producción pasados dos o tres turnos de descorche; igualmente, áreas de descorche formadas mayoritariamente por cantones maduros pudieran quedar prácticamente sin producción tras varios ciclos. Es decir, se producirían oscilaciones grandes de la producción a lo largo del tiempo en cada área de

descorche, lo que haría difícil la constancia de rentas.

Esto no sucederá si el cuartel coincide con el área de descorche o está comprendido en una sola área de descorche. En este caso la pela afectará a todas las clases de edad que, si están en equilibrio, garantizarán la estabilidad de la producción en el tiempo.

En masas irregulares el área de descorche agrupa uno o varios cantones pues se supone que en todos los cantones coexisten de forma equilibrada todas las clases de edad y la producción de los mismos tiende a ser estable en el tiempo.

#### 3.3.3.6. Articulación del tiempo en el Plan General

Por razones prácticas de organización los periodos para las distintas intervenciones serán múltiplos o submúltiplos del turno de descorche ( $t$ ). Así, la edad de madurez ( $E$ ) o el turno de corta ( $T$ ) deben ser múltiplos del turno de descorche ( $t$ ). El periodo de aplicación ( $d$ ) en masas semirregulares y el periodo de regeneración ( $p$ ) en masas regulares son también múltiplo del turno de descorche. La rotación de la entresaca ( $R$ ) en la entresaca regularizada debe ser igual a un turno de descorche. Otras intervenciones selvícolas también se realizan con una periodicidad que es múltiplo o submúltiplo del turno de descorche.

#### 3.3.3.7. Métodos de Ordenación

Es conveniente tender a un aprovechamiento múltiple, con métodos de Ordenación flexibles, en los que sean mínimas las restricciones impuestas por el arbolado.

Con frecuencia se ha empleado el método de tramos permanentes aunque es aconsejable, por su mayor flexibilidad, el método de tramos revisables. Cuando el aprovechamiento de pastos es importante las Instrucciones de Ordenación recomiendan el método del tramo móvil en regeneración y el método del tramo único.

Para masas irregulares se propone la entresaca regularizada (artículo 111).

*Métodos de tramos periódicos.* Las superficies a regenerar son los rasos, las masas con menos de 150 pies/ha, las masas envejecidas y aquellas zonas pobladas de especies arbóreas menos exigentes (pinos) bajo cuya cubierta puede implantarse un subpiso de alcornoque de forma artificial o natural ayudada. De hecho, la posibilidad de dosificar el grado de cobertura del pinar sobre el repoblado de alcornoque supone una gran ventaja en estaciones forestales difíciles.

Los cantones salen del tramo en regeneración cuando al menos 400-600 pies/ha pueden resistir la acción del ganado. Como la regeneración no se asocia necesariamente a la realización del arbolado maduro, se admite en los tramos ya regenerados una masa residual de 15 a 25 pies adultos por hectárea (fracción de cabida cubierta del 0,15 al 0,30), productores de corcho de calidad. Con ello las masas dejan de ser regulares en el futuro. Dicha masa residual puede eliminarse cuando el vuelo renovado entra en producción con el desbornizado. Es decir, el periodo de regeneración se hace coincidir con la edad del desbornizado.

Se aplican habitualmente criterios de cortabilidad físicos, que son los más largos entre los posibles, por lo que los tramos en regeneración resultantes son de extensión reducida (de un cuarto a un sexto de la cabida del cuartel).

*Método del tramo móvil en regeneración.* Es aplicable en masas sensiblemente regulares con zonas rasas o casi rasas bien definidas.

Se exige que la superficie que se logre regenerar durante el periodo de aplicación sea superior o igual a la cabida periódica. El tramo móvil tendrá una extensión superior a la cabida periódica e inferior al 33 % del cuartel, para moderar la pérdida de renta ganadera. Debe incluir los cantones a regenerar en el periodo de aplicación (rasos, zonas con espesura defectiva, masas decrepitas).

Tras la corta del tramo móvil quedará cierta masa residual de cuantía

indeterminada, aunque sin duda más escasa que en los métodos para masas regulares. Si esta masa residual llega a ser de cierta entidad, el vuelo resultante tendería a la irregularidad, pues coexistirían como mínimo tres clases de edad en el tramo móvil.

En el resto del cuartel se tiene que realizar mejora de pastizales para compensar la pérdida de renta ganadera derivada del acotamiento del tramo móvil.

El método del tramo móvil es flexible y admite diferentes edades de madurez en cada cantón, pero también es un método exigente en cuanto a gestión técnica.

*Métodos de Ordenación por entresaca.* Estos métodos de Ordenación conducen a la creación de masas irregulares con las clases de edad mezcladas pie a pie o por bosquetes.

En la entresaca regularizada por bosquetes (artículo 111) el área de descorche anual debe comprender uno o más cantones, siempre que en ellos estén presentes todas las clases de edad. Paralelamente, la rotación de entresaca debe coincidir con el turno de descorche. En cada cantón se calcula la cabida a regenerar en cada rotación, de forma que en el futuro cuartel ordenado se disponga de todas las clases de edad distribuidas equilibradamente dentro del tramo de entresaca.

El método de entresaca tiene la ventaja de que se adapta al caso frecuente de masas irregulares, no se basa en las edades, de difícil medida, y el método no se altera si se produce algo de regeneración fuera del periodo y localización previstos.

Sin embargo, la entresaca por bosquetes presenta la dificultad de que trata con zonas en regeneración abiertas y dispersas por el cuartel, que son incompatibles con cargas cinegéticas o ganaderas relativamente altas. Las pequeñas zonas en regeneración precisan una gestión minuciosa y son demasiado pequeñas como para ser repobladas artificialmente y acotadas con costes razonables.

La entresaca regularizada en mosaico es un método, similar al anterior, que admite grandes bosquetes de hasta una cuarta parte de la cabida del cantón. La aplicación de esta variante es más sencilla ya que la gestión se realiza sobre superficies más extensas y se adapta mejor a las características de nuestros alcornocales.

#### 3.3.3.8. Turno de corta

La producción del alcornoque no está supeditada a su corta, salvo que subiera mucho el valor del pie cortado (por aumento del precio de leñas y bornizos). Por ello, los criterios de cortabilidad aplicables son físicos y tecnológicos. En la fijación del turno (T) se da prioridad al corcho dado que el aprovechamiento maderero carece de interés económico en el alcornocal.

Por otra parte, no procede la definición de un turno rígido dado el sacrificio de cortabilidad que originaría por las importantes variaciones de producción entre los individuos de la masa, donde al turno de corta hay pies que están en plena producción y otros que ya han dejado de producir corcho aprovechable. El inconveniente es que si no se concretan plazos para la regeneración de la masa la corta se demora y se produce el envejecimiento del monte por ausencia de regeneración.

*Criterio físico o tecnológico.* Tradicionalmente se ha considerado como criterio la cortabilidad física (o la tecnológica). Es decir, se corta o se abandona el pie cuando muere (100-150 años), cuando la vitalidad de la cepa en monte bajo decae o cuando la producción deja de ser útil (artículo 109). (El problema para la planificación es conocer a qué edad se produce ese fenómeno). El calibre se reduce en descorches sucesivos por lo que el turno tecnológico debe coincidir con la edad a la cual el corcho deja de tener calibre suficiente para ser empleado, por ejemplo, en la industria taponera; esto suele producirse en torno al décimo descorche en malas estaciones con intensidad de descorche elevada y en torno al decimoquinto descorche para buenas estaciones con intensidad de descorche baja.

*Criterio legal.* El turno de corta será, preferiblemente, igual o menor a 120 años (artículo 109).

*Criterio de máxima renta en especie.* No sirve para calcular el turno, puesto que la función de crecimiento medio (producción de corcho media a lo largo de la vida del rodal) alcanza su máximo a una edad muy avanzada, que define un turno teórico inaplicable, para el que ya se ha producido la decrepitud física.

Por tanto, en masas regulares donde interese producir corcho en cantidad, la máxima renta en especie se consigue alargando el turno lo más posible, con un límite, fijado para cada individuo, por la decrepitud del mismo o bien por la producción de corcho tecnológicamente inaceptable.

En cuanto a las masas semirregulares no es procedente fijar turno, pues no es obligada la corta en un plazo rígido. Solamente se precisa que las edades de madurez de los distintos cantones no sean demasiado diferentes (como máximo una diferencia de dos periodos).

### 3.3.4. Plan Especial

#### 3.3.4.1. Objetivos

El Plan Especial debe conseguir la regeneración y que el vuelo tienda a la forma principal de masa que se ha fijado en el Plan General, sin merma de la producción, eliminando árboles decrepitos, extracortables o defectuosos (artículo 130).

El Plan Especial de un alcornocal debe ser de aplicación sencilla y económica, además de ser flexible, aumentando o disminuyendo con el tiempo la intensidad de la gestión, dependiendo de las posibles irregularidades climáticas o de mercado.

Se trata de diseñar un plan de intervención justificado técnicamente y detallado para cada año y cantón, con una vigencia igual a la del Plan de Descorche (uno o dos

turnos de descorche). En fincas pastadas los cantones son unidades de intervención selvícola y pastoral. Es decir, se abre o se cierra al ganado, se labra, se siembra o se abona todo a la vez y de la misma manera.

#### 3.3.4.2. Posibilidad corchera

La posibilidad corchera ( $q$ ) de un cuartel es el total de existencias de corcho realizables cada año. Si se conoce el peso de corcho en kilogramos por unidad de superficie descorchada ( $PC$ ) y se conoce la superficie de descorche del monte (deducible de la clasificación diamétrica mediante tarifas, como se comenta en el apartado 3.3.2.2.) puede deducirse la producción total en toneladas métricas del monte, que es:

$$Q = \frac{sd \cdot PC}{1000}$$

siendo la posibilidad del cuartel, para un turno de descorche de  $t$  años:

$$q = \frac{Q}{t}$$

Si no se realizó inventario de existencias la posibilidad se estima a partir del histórico de datos de producción anual de corcho en peso en cada zona de descorche.

La posibilidad media en monte alto es de 250 kg/ha/año o de 4500 kg/ha en monte bajo de gran espesura para aprovechamiento de bornizos y turno de corta de 10 a 11 años.

#### 3.3.4.3. Posibilidad maderable

La posibilidad maderable quedará siempre subordinada al aprovechamiento corchero. El cálculo de la posibilidad maderable y leñosa no suele interesar, debido a su escaso valor económico en relación al corcho, además de la dificultad para estimar existencias y crecimientos con precisión (por la dificultad de medida y la variabilidad de

los resultados). Por ello la posibilidad se determina en cabida, por separado para las cortas intermedias y para las finales. La posibilidad en cabida para cortas finales coincide con la superficie a regenerar en el periodo menos la superficie rasa a repoblar en el mismo periodo. Las cortas finales se refieren al periodo y no al año debido a la irregularidad de las producciones leñosas anuales.

#### 3.3.4.4. Resumen del Plan de Descorche

El Resumen del Plan de Descorche se efectúa por cantones e incluye los datos siguientes:

- número de pies a desbornizar
- número de pies a pelar no bornizos
- superficie de descorche
- valores modulares por clase diamétrica
- coeficiente de descorche
- peso de corcho por unidad de superficie descorchada
- producción anual, en peso por hectárea, de bornizo y corcho de reproducción.



Figura 3.7. Panas de corcho apiladas.



## 4. LA ORDENACIÓN DEL PASTOREO EN EL MONTE

### 4.1. Introducción

#### 4.1.1. Importancia de los pastizales

De la superficie total de la tierra, más del 25 % está cubierta de pastos, que se componen, en proporciones variables, de gramíneas en un sentido estrictamente botánico, de leguminosas, otras hierbas y matorrales. En España los prados naturales y pastizales ocupan un 40 % de la superficie agraria útil.

Actualmente, las praderas y los pastizales de los montes están muy lejos de producir el máximo de beneficios que podrían generar si fuesen gestionados en las condiciones de que son capaces y merecedores. En este sentido, un manejo adecuado de los pastizales ofrece grandes posibilidades de obtener una producción de forraje que cubra la mayor parte de las necesidades nutricionales del ganado, lo cual implica un aumento en la producción de carne, leche, lana y cueros. Además, la cobertura protectora de un césped bien cuidado constituye la mejor salvaguardia contra la erosión del suelo y el empobrecimiento de su fertilidad, garantizando el equilibrio del régimen hidrológico.

#### 4.1.2. Concepto y clasificación de los pastizales

##### 4.1.2.1. Concepto

Son pastizales todos los terrenos cubiertos de vegetación espontánea, ya sean rodales densos, praderas descubiertas por completo o pobladas de arbustos, árboles aislados, o bosquetes de importancia variable, que dan origen espontáneamente a productos que son consumidos por el ganado a diente o por siega.

Por tanto, la *pascicultura* puede definirse según Stoddart y Smith (1943) como "*la ciencia y el arte de planear y dirigir la utilización del pastizal a fin de obtener la*

*máxima producción en ganado, compatible con la conservación de los recursos del pastizal".*

#### 4.1.2.2. Clasificación

Los pastos suelen clasificarse según los hábitos de crecimiento de las hierbas y la vegetación asociada. Sin embargo, la clasificación más satisfactoria es la ecológica, basada en las condiciones de clima, suelo y ordenación a que suelen ajustarse las formas de crecimiento. De esta forma, las tierras de pastoreo suelen dividirse en cinco clases:

*Pastizales naturales o nativos.* Se componen de especies indígenas mantenidas por lo común sin siembra artificial. Las zonas más secas suelen tener más matorrales y menos pastos. Algunos montes tienen un abundante sotobosque de pastos, otras hierbas y arbustos aprovechables por los animales. En general, la capacidad de pastoreo es muy inferior a la de los prados mejorados de las regiones húmedas. La mayoría de las tierras áridas o semiáridas requieren de 3 hectáreas en adelante por unidad animal. (Se considera unidad animal a una vaca adulta o 5 ovejas o cabras adultas. Un caballo adulto equivale a 1,25 unidades animales).

*Pastizales permanentes o perennes.* Están constituidos principalmente por gramíneas y leguminosas perennes en las regiones húmedas y subhúmedas, donde se pasta un año tras otro. En la mayoría de los casos estos prados se crean artificialmente. Los prados permanentes pueden también estar constituidos, en parte, por plantas forrajeras anuales de resiembra. Estas tierras están sometidas a un pastoreo intensivo ya que tienen una capacidad de pastoreo bastante grande (una unidad animal por media hectárea o por hectárea durante la temporada de crecimiento vegetal).

*Prados temporales o praderas en rotación de pastos y cultivos.* Están constituidos por gramíneas y leguminosas utilizadas para el pastoreo en sucesión con los cultivos agrícolas. Los periodos de pastoreo suelen durar de dos a cinco años,

alternando con análogos periodos de cultivo.

*Prados anuales.* Los componen las plantas forrajeras anuales que se pastan directamente durante su periodo de desarrollo y madurez.

*Prados suplementarios.* Son los que se emplean durante periodos breves, posiblemente de uno a tres meses del año, en aumentos del prado o pastizal permanente, fuente principal de alimento para el ganado.

## **4.2. Ordenación de pastizales**

Grandes extensiones de pastos, de matorral o de terrenos forestales con una escasa capacidad de pastoreo, que oscila entre una unidad animal por cada 3 y cada 20 hectáreas o más, se utilizan como pastizales abiertos o sin ninguna restricción. En este tipo de pastoreo, el ganado en un principio elimina las mejores hierbas y después se ve obligado a comer especies cada vez menos alimenticias. En estas condiciones, disminuyen los nacimientos de terneros y corderos y aumenta el número de animales muertos durante el invierno o en época de sequía. Al desnudarse el terreno la mayor parte de la lluvia se pierde en el escurrimiento y arrastra consigo materiales del suelo, con la consiguiente pérdida de recursos básicos.

La Ordenación de pastizales tiene como fin el buen manejo de los mismos, con el objetivo de conseguir la máxima producción, garantizando a su vez la persistencia y calidad del tapiz herbáceo. Esto se puede lograr mediante la regulación de la carga ganadera y los planes de mejora de pastos.

### **4.2.1. Ordenación ganadera**

Dentro de los métodos prácticos para mejorar la producción y obtener mayores rendimientos de las tierras de pastoreo, se incluyen los siguientes aspectos:

- regulación apropiada del ganado: número de cabezas, especies y métodos de

pastoreo

- espesura de la cubierta forestal
- densidad del arbolado
- tratamiento selvícola aplicado al monte
- distribución del ganado en el monte (distribución en el espacio y en el tiempo).

El gestor debe decidir la duración del periodo durante el que cada zona del monte permanece abierta al pastoreo, así como la intensidad del mismo y el periodo de rebrote o tiempo que debe permanecer el pastadero sin presencia de ganado para que se recupere el tapiz herbáceo.

#### 4.2.1.1. Regulación apropiada del ganado

*Regulación del número de cabezas de ganado.* Lo más difícil y para lo que se precisa un máximo de previsión es determinar cuántos animales deben entrar en un prado.

Es indispensable vigilar la cantidad de lluvia, las condiciones de humedad del suelo y el estado de las plantas (que en la práctica se puede estimar midiendo la altura del pasto en oferta), con objeto de saber si la producción de forraje descende por debajo de lo normal y amenaza con resultar insuficiente para la temporada. Se debe procurar que cada animal disponga de forraje adecuado y nutritivo, con una alta producción por cabeza o por hectárea de pastizal, lo cual eleva el número de nacimientos de terneros o corderos. Se debe evitar la sobreexplotación para también la infrautilización del pastadero con cargas ganaderas reducidas en buenas condiciones climáticas.

La máxima producción por animal se logra con cargas ganaderas inferiores a las necesarias para optimizar la producción por hectárea.

Las necesidades de alimentación de los animales varían dependiendo de la especie, peso, estado de desarrollo fisiológico (crecimiento, cubrición, gestación,

lactación, etc.) y estado fisiológico (reposo, gestación). Una forma de evaluar el consumo de los animales sobre el pastadero es medir estos consumos en "unidades forrajeras" (U.F.), considerando que cada U.F. tiene la capacidad alimenticia de un kilogramo de cebada. La ración diaria de mantenimiento en el periodo de reposo se presenta en la tabla 4.1. Estos consumos por animal fueron estimados con un incremento del 20-25 por 100 por el esfuerzo que supone la búsqueda del pasto, ya que fueron estimados con animales en pastoreo.

Tabla 4.1. Peso medio, periodo de gestación, periodo de lactación, consumo (U.F.) y equivalente ovino teórico de las principales especies ganaderas en estado fisiológico de reposo.

Especie	Peso medio <sup>1</sup>	Periodo de gestación (meses)	Periodo de lactación (meses)	Consumo (U. F./día)	Equivalente ovino teórico
Vaca	450	3	7	5,20	8,0
Yegua	450	4	6	3,50	5,4
Mula	400	7		3,10	4,8
Burra	250	7		2,30	3,5
Cerda	125	3	2	1,50	2,3
Cabra	40	2	7	0,75	1,2
Oveja	40	2	4	0,65	1,0

<sup>1</sup> Peso medio de la hembra adulta vacía (kg)

Los consumos a estimar deben adecuarse a cada rebaño, teniendo en cuenta el número de hembras adultas, número de machos adultos, número de hembras y número de machos para reposición. Un macho normalmente consume 1,5 veces más que la hembra de su especie de igual edad. Cuando las hembras no están en reposo consumen más que las cifras indicadas; así en la última fase de su gestación el ganado mayor (vaca, yegua, mula y burra) consume un 30 por 100 más (1,3 veces), el ganado menor (oveja y cabra) un 50 por 100 más (1,5 veces) y la cerda un 75 por 100 más. Durante el periodo de lactación el consumo de la hembra con su cría debe incrementarse en 1,75 veces en ovino, 2,0 veces en caprino, 1,5 veces en vacuno y equino y 2,5 veces en porcino. En el ganado de cerda, deben estimarse los consumos

de agostones y yerbizos en 0,5 y 1 U.F. al día. Durante el periodo de trabajo, para animales que se destinen a este uso, el alimento se debe incrementar en un 50 por 100 en el ganado mayor.

En la tabla 4.2. se presenta la estructura de los rebaños en España para las principales especies ganaderas. Con los datos de las tablas 4.1. y 4.2. se puede estimar el consumo de cada rebaño a lo largo de todo un año. Por ejemplo, para el ganado vacuno el cálculo sería el siguiente:

- Hembras: se sabe que tienen un periodo de 2 meses de reposo, 3 de gestante y 7 de lactante; por tanto, el consumo de U.F. por vaca y año es igual a:

$$(2 \cdot 5,2 \cdot 30,42) + (3 \cdot 1,3 \cdot 5,2 \cdot 30,42) + (7 \cdot 1,5 \cdot 5,2 \cdot 30,42) = 316 + 617 + 1.661 = \\ = 2.594 \text{ U.F./vaca}$$

- Machos: se tiene un periodo de 12 meses y un incremento del 1,5; por tanto, el consumo por toro y año es igual a:

$$365 \cdot 5,2 \cdot 1,5 = 2.847 \text{ U.F./toro}$$

- Jóvenes de 1,5 años: se tiene un periodo de 12 meses y un incremento del 1,5; por tanto, el consumo por año será:

$$365 \cdot 5,2 = 1.898 \text{ U.F./cabeza}$$

- Terneros nacidos en el año anterior (destinados a reposición) por un periodo de 12 meses; el consumo por año será:

$$365 \cdot 5,2 = 1.898 \text{ U.F./cabeza}$$

Por tanto, el rebaño total consumirá a lo largo de todo el año un total de:

$$(100 \cdot 2.594) + (3 \cdot 2.847) + (12 \cdot 1.898) + (12 \cdot 1.898) = 313.493 \text{ U.F.}$$

En el estudio del número de cabezas de ganado a introducir por hectárea en los pastizales de monte interviene la producción del pastizal, cuyo carácter es anual, y su abundancia varía en función de las precipitaciones que anualmente recibe éste, la temperatura, la influencia de los vientos, etc. Por tanto, el número de cabezas de ganado que entra en un pastizal debe variar cada año y estas variaciones habrán de ser tanto mayores cuanto menos constantes sean las características estacionales. Es indispensable determinar este número para ordenar racionalmente el aprovechamiento de los pastos del monte ya que sirven de base para la Ordenación racional de los pastizales, y puede decirse que constituye el elemento clave para la Ordenación pastoral.

Tabla 4.2. Estructura de los rebaños en España para las principales especies ganaderas.

	Vacuno	Equino	Ovino	Caprino	Porcino
Hembras adultas	100	100	100	100	100
Machos adultos	3	5	4	2	10
Hembras de reposición	11 <sup>1</sup>				18
Machos de reposición	1 <sup>1</sup>	13 <sup>1</sup>	16	20 <sup>3</sup>	2
Hembras de reposición	11 <sup>2</sup>				
Machos de reposición	1 <sup>2</sup>	13 <sup>2</sup>			

<sup>1</sup> de 1,5 años    <sup>2</sup> de 0,5 años    <sup>3</sup> de menos de un año

Se debe también considerar el efecto del pisoteo del ganado, tanto en las partes arboladas del monte como en las descubiertas. El pisoteo del ganado, si toma proporciones excesivas, apelmaza el terreno e impide la circulación del aire y del agua necesarios para la vida del suelo, los procesos químicos y el desarrollo de las raíces de las plantas. Los vegetales herbáceos desaparecen poco a poco y el terreno denudado queda entonces expuesto a la acción de los agentes de la erosión, el viento y las precipitaciones atmosféricas. En las partes arboladas se depauperan los árboles y sus raíces quedan al descubierto, siendo así frecuentemente dañadas por las pezuñas del ganado, lo que origina la podredumbre de la madera.

Por otra parte, se deben fijar claramente los objetivos que se persiguen en la explotación forestal. Cuanto menor sea el valor económico de las especies existentes para la producción leñosa, mayores serán las posibilidades que ofrece el terreno para el ejercicio del pastoreo de una o más clases de ganado, compatible con un rendimiento medio y constante de pastos, con la conservación del suelo y con el papel que la cubierta vegetal debe desempeñar en la regulación del régimen hidrológico.

En cambio, si debido a condiciones económicas especiales, el matorral o el arbolado tiene una importancia efectiva aunque sea para leña, habrá que restringir el ejercicio del pastoreo para garantizar la suficiente producción.

Cuando los arbustos pueden convertirse en árboles de gran valor económico habrá que restringir aún más el pastoreo y quizás eliminarlo por completo. Es decir, las restricciones que haya que imponer al pastoreo serán tanto más severas cuanto mayor sea, desde el punto de vista forestal, el valor económico de los árboles, o más bien de los brinzales y pies jóvenes al alcance del diente del ganado.

*Clases de ganado.* El ganado se puede clasificar en dos categorías: ganado menor y ganado mayor. La primera abarca aquéllos que comen al mismo tiempo vegetales herbáceos y leñosos, pero que muestran una preferencia marcada por los últimos, como es el caso de las cabras. El peligro que para el bosque supone esta clase de ganado doméstico estriba en que destruye los brinzales y aniquila los árboles jóvenes que en sus primeros años se hayan librado de sus dientes, de manera que se imposibilita la regeneración natural e incluso artificial. Sin embargo, la cabra y otros animales domésticos de la misma familia pueden desempeñar un papel útil ya que sirven de contención a la vegetación arbustiva en aquellas partes donde ésta resulte indeseable.

En la segunda categoría de ganado figuran todos los animales que se denominan "ganado mayor". Son mucho más selectivos y, en general, prefieren los vegetales herbáceos a los leñosos. En principio, el ganado mayor es menos peligroso para la conservación de las masas forestales. Las diversas clases y razas de ganado



mayor utilizadas para apacentar varían mucho en cuanto a su adaptabilidad a las diferentes condiciones ambientales y hábitos pastorales.

El ganado equino pasta de modo diferente al bovino, pues roza la hierba muy al ras del suelo en ciertos lugares mientras que en otros no toca esa misma clase de hierba. El ganado ovino come muchos hierbajos y otras plantas que el ganado bovino no apetece. Las ovejas pueden apacentar con provecho en tierras más quebradas, como las laderas de las montañas, donde el agua es menos abundante, y sus preferencias van igual a ciertos vegetales leñosos que a ciertas plantas herbáceas. Este carácter puede aprovecharse para eliminar ciertos arbustos e incluso ciertos vegetales herbáceos perjudiciales. Sin embargo, para la conservación de las masas forestales se considera el cordero más peligroso que el vacuno.

En general, se aconseja apacentar dos o más clases de ganado, ya sean juntos o sucesivamente, a fin de lograr un consumo más uniforme de los pastos, pero siempre cuidando que el número de cabezas no exceda a la capacidad del pastadero y estudiando bien la vegetación del pastizal para decidir qué clase de ganado deberá pastar.

*Métodos de pastoreo.* El pastoreo rotacional y el pastoreo libre son los dos métodos más indicados en el caso de pastizales ordenados en monte.

El pastoreo de rotación es preferible al pastoreo libre. El pastoreo de rotación es un sistema que consiste en dividir la superficie que se va a dedicar al pastoreo en dos o más tranzones, de manera que cada uno de ellos pueda utilizarse sucesivamente o en rotación. Como el ritmo de crecimiento de los pastos es bastante variable, el lapso durante el cual los animales pastan en cada parcela estará sujeto a la cuantía de forraje disponible.

En pastoreo rotacional el periodo de estancia del ganado en una misma parcela debe ser lo más corto posible, para optimizar la oferta de pasto. Así mismo, cuanto mayor sea el tiempo de pastoreo mayor habrá de ser el periodo de reposo posterior,

siendo la relación entre ambos periodos dependiente de la estación del año.

En los pastizales donde se pasta todo el año, o durante un periodo de tiempo que excede de la época de crecimiento, no debe permitirse que los animales rocen la hierba hasta agotarla. Si lo hacen, el pasto no se puede conservar joven y tierno. Tiene que transcurrir un tiempo mínimo para que la hierba se recupere del corte. Ese tiempo varía con la estación, desde 15 días en primavera a 100 en invierno. Durante el invierno, debe dejarse suficiente rastrojo para proteger los cuellos de las plantas e impedir la erosión hídrica y eólica.

Las ventajas del pastoreo de rotación, en los pastaderos de capacidad alta (0,4 a 0,8 cabezas de ganado por hectárea y por temporada), son:

- al ser superficies de pastoreo más pequeñas los animales andan menos. Por tanto, la pérdida de peso es menor.
- el pisoteo del pasto es menor
- si la composición botánica de un pastizal es muy variada, se puede acotar éste de manera que los animales se vean obligados a consumir las diversas especies principales, según éstas vayan entrando en su mejor etapa de sabor y productividad.

El pastoreo libre es un sistema en el cual el ganado recorre libremente toda la superficie a pastar. Este método presenta muchos inconvenientes, pero es el más frecuente debido principalmente a razones económicas. Entre las ventajas y desventajas de este método se pueden citar:

1) Ventajas: - Infraestructura mínima

- Ausencia casi total de mano de obra
- Máxima sencillez.

2) Desventajas: inadecuada utilización de los recursos forrajeros por el ganado.

Para indicar las desventajas de este tipo de pastoreo, se va a utilizar un caso práctico llevado a cabo en el País Vasco, con un rebaño de ovino.

La estancia en el monte del rebaño comienza al finalizar el ordeño y abarca el periodo de cubrición y la mayor parte de la gestación. La estancia tiene una duración de  $122 \pm 24$  días en las ovejas que se han ordeñado y de  $184 \pm 53$  días en las no ordeñadas. Si se toma en cuenta la evolución a lo largo del ciclo productivo, se observa que las ovejas sufren un adelgazamiento durante la permanencia en los montes comunales, especialmente en los meses de verano, lo cual supuestamente indicaría:

- que la cantidad de hierba producida por los pastos de monte es baja
- que existe un número elevado de animales en los montes: carga excesiva
- que la oveja utiliza de forma inadecuada el pasto existente en el monte.

Estudios realizados sobre la productividad de los pastizales de montaña han demostrado que la producción de éstos es relativamente alta, especialmente en los meses de verano. Ello indicaría que la escasez de hierba no es la causa de la pérdida de peso en las ovejas. Asimismo se ve un incremento paulatino de las zonas de monte invadidas por arbustos, con lo cual el número de cabezas por hectárea si bien es alto no es excesivo. Con lo cual, la inadecuada utilización de los recursos forrajeros por el ganado es la causa probable del adelgazamiento.

En general, un pastadero sometido a pastoreo libre produce un tercio de lo que produciría sometido a pastoreo de rotación.

#### 4.2.1.2. Espesura de la cubierta forestal

La espesura variable de las diferentes masas forestales permite la existencia, bajo el arbolado, de pastos más o menos abundantes. Cuanto menor sea dicha espesura, más se desarrollará, en general, el tapiz herbáceo o los arbustos que forman el sotobosque, susceptibles de prestarse al pastoreo. Las masas forestales de poca espesura por lo general se encuentran en zonas de transición en que las condiciones

son menos favorables a la vegetación forestal y también constituyen muy a menudo masas regresivas que se forman a raíz de la desaparición de los bosques climácicos. Si en estas zonas existen altas precipitaciones, los montes suelen abundar en pastos para el ganado.

El monte puede comprender rodales de densidad muy variable y a menudo se encuentran en él vastas extensiones completamente desarboladas, superficies con árboles diseminados formando bosquetes de distinta importancia o rodales muy claros y, por último, rodales densos. Se encontrará, en general, por todas partes una vegetación natural susceptible de ser aprovechada por el ganado o, al menos, por una clase de ganado.

En definitiva, la calidad de la estación y la composición y densidad del vuelo influirán considerablemente en el número y naturaleza de las cabezas de ganado que dicho monte puede admitir sin sufrir deterioro.

#### 4.2.1.3. Tratamiento selvícola

El tratamiento selvícola aplicado al vuelo puede modificar la densidad de la masa y su composición en especies. En forma muy general, la intervención del hombre en la vida del bosque favorece las condiciones que le hacen apto para el pastoreo de un mayor número de cabezas de ganado. El caso contrario ocurre cuando la intervención selvícola tiene por objeto repoblar terrenos desarbolados o reemplazar rodales de poca espesura por otros de mayor densidad.

Los clareos y entresacas racionales, que permiten que la luz llegue al suelo en forma más directa, favorecen, en general, la formación de un tapiz herbáceo o arbustivo que puede llegar a servir temporalmente de alimento al ganado o, por los menos, a ciertas clases del mismo, hasta que vuelve a cerrarse el dosel de copas.

Las cortas finales de regeneración facilitan el desarrollo de los pastos temporales, en forma más abundante. Cuando se intenta la regeneración por cortas a

hecho o a matarrasa e incluso por aclareo sucesivo uniforme sobre superficies relativamente importantes, pueden presentarse dos casos con relación a la cubierta vegetal:

- si en el primitivo rodal existían pastos abundantes el aprovechamiento y, en particular, el arrastre de las trozas por el suelo del monte tiene generalmente como consecuencia el deterioro del pastizal durante varios años. Por tanto, tendrá que reducirse el número de cabezas que entren en esa zona del monte.
- si las especies forrajeras que existían bajo el antiguo rodal eran de poca importancia, su abundancia aumentará mucho. Por tanto, podrá ejercerse pastoreo, adoptándose las precauciones necesarias (número y clase de ganado) para no perjudicar la regeneración del arbolado.

Algunos autores consideran incompatibles los buenos métodos selvícolas con la práctica del pastoreo después de una corta a hecho. Es conocido que un pastoreo bastante intenso por cualquier clase de ganado puede hacer fracasar la regeneración de un rodal después de este tipo de corta. Sin embargo, un pastoreo moderado sobre superficies recién tratadas por cortas a hecho durante un periodo de siete a diez años no retrasa la regeneración. Es más, un pastoreo intensivo lo más a ras de tierra posible es ventajoso, ya que el pisoteo hace aflorar el suelo mineral que constituye el terreno ideal para la germinación de las semillas de coníferas y para abrir paso a los brinzales.

Por otra parte, en zonas ya regeneradas, donde se pretende mantener la regularidad de la masa, la acción del ganado es positiva ya que se elimina la regeneración anticipada.

En general, el régimen de monte bajo es más conveniente para el pastoreo que el de monte alto, ya que el terreno recibe una mayor cantidad de luz que favorece a la vegetación herbácea.

#### 4.2.1.4. Distribución del ganado en el monte

*Distribución en el espacio.* El monte presenta zonas con caracteres muy distintos

desde el punto de vista de la abundancia de pastos y de la atracción que ejercen sobre las distintas clases de ganado las especies forrajeras que los constituyen, así como por la sensibilidad al pastoreo de las diversas especies forestales. Tomando en cuenta estas tres características generales, cada zona del monte tendrá que sostener diferente número de cabezas de ganado por hectárea y, también, distintas clases de ganado si se quiere salvaguardar a la vez los valores forestales y pastorales del monte.

*Distribución en el tiempo.* El factor climático es el que define el aprovechamiento del monte en el tiempo: ciertos montes expuestos a condiciones climáticas uniformes pueden ser explotados para pastoreo durante todo el año mientras que otros solo se prestan a prácticas estacionales. Por tanto, el número de cabezas de ganado por hectárea tendrá que variar en el curso del año hasta reducirse eventualmente a cero. Incluso en ciertos montes que parecen prestarse bastante bien al pastoreo durante todo el año se tendrá que facilitar reservas suplementarias de forraje al ganado mayor. Asimismo, las intervenciones selvícolas ejercen una influencia importante sobre la cantidad de pastos disponibles en el monte en cada momento.

En el pastoreo estacional, la fecha de entrada del ganado coincide con el principio del periodo vegetativo anual de las plantas forrajeras. Hay que cuidar de que las principales plantas forrajeras hayan iniciado ya el crecimiento durante la primavera antes de dar comienzo al pastoreo. En esa época, un pastoreo demasiado temprano puede dañar el buen estado del césped. Además, dicha época suele coincidir con el deshielo o con periodos de lluvia que empapan los suelos. Por tanto, el pisoteo del ganado puede dañar al pastizal y arrancar las plantas de frágil arraigo. El suelo debe ser firme para que al pacer los animales no lo apelmacen ni lo enfanguen.

En resumen, paralelamente a la importancia de la determinación del número idóneo de cabezas de ganado, la principal operación de la Ordenación pastoral de un monte es la distribución de este ganado en el tiempo y en el espacio.

#### 4.2.2. Planes de mejora de pastos

##### 4.2.2.1. Construcción de cobertizos

En los pastizales sometidos a explotación extensiva rara vez existen cobertizos y refugios para el ganado. Por rústicos que sean éstos tienen una indiscutible utilidad ya que en las regiones que sufren brascas intemperies evitan una fuerte mortalidad entre el ganado. La plantación de árboles en bosquetes para crear zonas de sombra es una ventaja para el ganado.

##### 4.2.2.2. Acondicionamiento de abrevaderos

El problema más grave es el agua. Es tal la necesidad de agua que tiene el ganado que no puede aprovechar eficazmente el pasto a menos que tenga una provisión de agua limpia y potable a poca distancia. El ganado vacuno y el equino requieren de 38 a 45 litros de agua por cabeza al día. Las vacas lecheras necesitan del 25 al 30 por ciento más de agua. Las ovejas y cabras precisan de 3 a 3,8 litros por cabeza.

Si el agua no está bien distribuida por todo el pastizal los animales consumen en exceso el forraje próximo a las abrevaderos y pastan poco el que está más lejos. En condiciones ideales ninguna parte del pastizal debe quedar a más de 800 metros del agua, a fin de aprovechar la hierba con mayor uniformidad, sin que los animales gasten mucho tiempo y energía en llegar hasta el abrevadero. En ningún caso los abrevaderos deben estar separados más de 8 km, en tierras planas o ligeramente onduladas, ni más de 1,6 km en tierras muy quebradas.

En climas húmedos y en terrenos abruptos que no dispongan de manantiales o de arroyos que proporcionen agua potable de buena calidad, suele ser posible recoger el agua de lluvia y almacenarla en aljibes. En el caso de que se puedan aprovechar tramos de cursos de agua o láminas naturales o artificiales, se deberán acondicionar las "entradas" necesarias para que el ganado pueda acceder sin peligro al agua y

abreviar con tranquilidad. Este problema se agudiza en las zonas áridas o que sufren prolongadas sequías. La solución es la investigación sobre la hidrología subterránea de las regiones en cuestión y el alumbramiento de pozos de profundidad variable, provistos de mecanismos adecuados para la extracción del agua.

#### 4.2.2.3. Mejora y enriquecimiento del césped

Existen cuatro tipos de trabajo de mejora y éstos son:

- extirpación de vegetales invasores
- reconstrucción y enriquecimiento de la cubierta herbácea
- lucha contra los animales nocivos
- fertilización y defensa del suelo.

*Extirpación de vegetales invasores.* Con frecuencia, vegetales leñosos, semileñosos o herbáceos de escaso valor forrajero o completamente inutilizables e incluso peligrosos a veces para el ganado, invaden las "zonas pastorales" de los pastizales así como los céspedes descubiertos de los bosques. Los métodos empleados para su extirpación pueden ser mecánicos, químicos o biológicos.

Los métodos mecánicos van desde la extirpación a mano hasta labores especiales, pasando por la siega en el momento debidamente elegido para dificultar la regeneración de las malas hierbas, y el empleo de aperos de extirpación tirados por tractores.

Los métodos químicos de desbroce emplean diversos productos cuyo coste es bastante elevado. Los más interesantes son los selectivos. La fertilización o enmienda de los suelos también puede contribuir a eliminar aquella vegetación incompatible con la fertilización aplicada.

Los métodos biológicos han obtenido excelentes resultados para eliminar plantas exóticas nocivas. Además, en la zona invadida se pueden aplicar cargas ganaderas



altas durante poco tiempo, atraídas por sal, agua o piensos. De un modo general, en lo que se refiere a cabras y caballos, se pueden considerar adecuadas, para controlar el matorral en repoblaciones forestales de Galicia, cargas generales de 1-2 cabras por ha y 1 yegua por cada 2-4 ha.

*Reconstitución y enriquecimiento del césped.* El medio más sencillo para reconstituir el césped e incluso muchas veces el arbolado de un pastizal, cuando el suelo en que descansa no ha alcanzado una fase de degradación demasiado avanzada, consiste en vedar dicho terreno al pastoreo.

También se fomenta artificialmente la reconstitución de la vegetación forrajera por la resiembra. Se entiende por resiembra el conjunto de labores que se llevan a cabo en un pastizal natural o artificial con el fin de recuperar la capacidad de reproducción del mismo mediante la renovación total o parcial de las especies presentes en dicha superficie. En España es una práctica poco generalizada, o en algunos casos la resiembra se realiza con mucha menos frecuencia de lo que sería aconsejable y, por tanto, se pierde un potencial productivo muy importante.

El que esta práctica no sea generalizada se debe quizás a su alto coste. Se aconseja realizar la resiembra de pastizales sobre las franjas ya cultivadas o a lo largo de surcos espaciados, trazados siguiendo las curvas de nivel. Se debe procurar que la distribución de los granos sea muy homogénea. La elección de la época de siembra debe coincidir con la estación húmeda para asegurar la germinación. Si se trata de una región árida puede ser útil prevenir la pérdida de humedad del suelo esparciendo sobre el mismo heno o paja después de la siembra.

Las especies y variedades que se han de utilizar en la resiembra no se limitan a la reconstitución de la vegetación indígena primitiva. Es aconsejable introducir especies exóticas que permitan el enriquecimiento del pastizal y sean capaces de mantenerse y de regenerarse de manera continua sin cuidados especiales (necesidad de abonos, siegas, etc.) que acarreen grandes gastos. En las resiembras se suele recomendar el uso de mezclas de especies, sobre todo cuando en la mezcla entran leguminosas que

enriquecen el suelo por la fijación de Nitrógeno atmosférico en simbiosis con la bacteria *Rhizobium* sp. En síntesis, la resiembra permite crear pastaderos mejorados de gran fertilidad.

*Lucha contra los animales nocivos.* Es muy difícil establecer las pautas para el control de animales nocivos. La solución consiste en buscar un equilibrio satisfactorio, que resulta a menudo imposible.

*Defensa del suelo.*

Erosión eólica. La defensa de los pastizales contra la erosión eólica constituye una operación a menudo difícil. La práctica más económica es la supresión del pastoreo durante algunos años, lo cual permite que la vegetación vuelva a cubrir los terrenos denudados. En caso de que esta primera alternativa no funcionase, la única posibilidad es la de instalar plantaciones forestales de abrigo.

Erosión hídrica. La defensa de los pastizales contra la erosión hídrica debe basarse en el principio de que la gota de lluvia que cae sobre el suelo ha de detenerse e infiltrarse en el lugar preciso en que cae, o lo más cerca posible. Deben utilizarse todos los métodos que permitan detener el escurrimiento y favorezcan la infiltración, los cuales por lo general son costosos. La presencia de daños graves por erosión en barrancos y otros puntos singulares se debe solucionar acotando ciertas superficies al paso del ganado.

#### **4.3. Conclusión**

La Ordenación del pastoreo en el bosque no difiere mucho de la de cualquier otro pastizal desarbolado. Un pastizal mal ordenado sufrirá una progresiva degradación, primero del césped y luego del propio suelo. En el monte ocurre exactamente lo mismo: la deficiente Ordenación pastoral ocasiona una disminución de los pastos y, posteriormente, la denudación del suelo que queda inerme ante la erosión hídrica y eólica, lo cual afecta no solo al pastizal sino también a la producción

maderera. Por tanto, es conveniente convertir la Ordenación pastoral en una Ordenación "silvopastoral" con el fin de proteger los valores productivos del suelo.

Existen muchas formas de poner en práctica este sistema: por ejemplo se pueden vedar los tramos en regeneración a ciertas clases de ganado o bien se puede efectuar un sistema de rotación. Esta práctica se debe realizar siempre, incluso durante la estación favorable al pastoreo y sobre un sector homogéneo del monte. Se aconseja que el pastoreo recorra sucesivamente los diferentes sectores, volviendo el ganado al primer sector después de haber visitado todos los demás.

En general, el pastoreo en los terrenos arbolados de interés comercial no presenta problemas, siempre y cuando la proporción de cabezas de ganado por hectárea y la Ordenación pastoral en el espacio y tiempo estén organizados de forma que los pastos no sufran daño alguno.

## **5. INVENTARIO Y ORDENACIÓN DE RECURSOS PISCÍCOLAS**

### **5.1. Introducción**

La pesca continental, considerada como actividad de ocio y recreo, se ordena para conseguir unos objetivos acordes con las demandas sociales, siempre en función de las posibilidades y limitaciones que ofrece el ecosistema fluvial o lacustre.

La pesca es un recurso natural renovable y escaso, cuya ordenación se rige por los mismos principios que el resto de las ordenaciones forestales: conservación del recurso en el tiempo y en el espacio, "renta" o producción (de peces pescables) constante en el tiempo y máxima producción (de peces pescables).

Cualquier intervención en el medio acuático se basará en un conocimiento detallado y actualizado del estado de las poblaciones de peces en cuanto a calidad, cantidad y distribución. Para conseguir tal información es preciso el inventario periódico de las poblaciones piscícolas y el análisis de su hábitat. A partir del inventario de la zona considerada se toman ciertas decisiones que afectan al futuro del recurso y que constituyen la planificación, en la que se establece:

- número máximo de peces a extraer en un periodo de tiempo (cupos de capturas por pescador, número de pescadores por día, número de capturas por km, etc.)
- características de los peces (especies pescables, talla mínima pescable)
- métodos de captura autorizados (pesca sin muerte, cebo natural, etc.)
- épocas de veda, días hábiles, zonas acotadas y zonas vedadas
- medidas de mejora del hábitat piscícola.

La planificación se materializa en un Proyecto de Ordenación, que incluye limitaciones al ejercicio de la pesca y que también incluye actuaciones de mejora de las condiciones naturales, con el objetivo, entre otros, de aumentar el número de peces pescables y hacer frente a la gran demanda de los pescadores deportivos, que puede sobrepasar la disponibilidad del recurso.

Las aguas naturales en España son bienes públicos por lo que son diversos los organismos, entidades y personas con intereses y derechos sobre el recurso agua (pescadores, regantes, concesionarios de aprovechamientos hidroeléctricos, entidades conservacionistas, administraciones públicas, etc.). Dichos intereses, a menudo contrapuestos, concurren en los Planes Hidrológicos, que son elaborados por las autoridades del agua (Confederaciones Hidrográficas u organismos autonómicos de cuenca correspondientes). Los Proyectos de Ordenación de recursos piscícolas habrán de ajustarse al marco del Plan Hidrológico de cuenca que corresponda, de la misma forma que los proyectos de Ordenación de masas forestales deben ajustarse a los planes de ordenación del territorio o de recursos naturales, cuando éstos existen.

## **5.2. Inventario**

### **5.2.1. Análisis del hábitat piscícola**

Consiste esencialmente en estudiar la capacidad de cada tipo de hábitat para satisfacer las necesidades biológicas de los peces (alimentación, refugio y reproducción), atendiendo a:

- características de la masa de agua (profundidad, anchura media, velocidad, caudal, sales disueltas, calidad)
- morfología del cauce del río o de la cubeta del lago (pendientes, cotas, taludes, sustrato, graveras de freza)
- presencia de vegetación acuática y cobertura vegetal
- presencia de invertebrados bentónicos (alimento de la fauna piscícola), cuya abundancia depende de la velocidad del agua, calado y tipo de sustrato
- alteraciones del medio (vertidos residuales, dragados, presas, etc.).

El estudio debe basarse en una investigación bibliográfica sobre el medio acuático concreto y su entorno pero también debe basarse en trabajo de campo sobre el medio acuático, especialmente en todo lo que guarda relación con su riqueza piscícola.

### 5.2.2. Inventario de peces

El inventario tiene una componente fundamentalmente demográfica, que pretende conocer la dinámica poblacional de cada especie: número de individuos, tamaños, edades, etc. en cada zona de estudio así como sus oscilaciones estacionales e interanuales.

La información sobre la biología y ecología de las poblaciones de peces de aguas continentales es bastante escasa en España. De ahí que el inventario de poblaciones piscícolas sea una utilísima información para los organismos gestores de la pesca fluvial (Servicios Forestales y de Medio Ambiente de las Comunidades Autónomas), que tradicionalmente han tenido que fundamentar sus actuaciones en la intuición de sus técnicos o en estudios extranjeros, no generalizables e inaplicables fuera del ámbito en el que fueron realizados.

#### 5.2.2.1. Ámbito del inventario y diseño de muestreo

Un inventario piscícola representativo tendrá que abarcar toda la posible variabilidad de la zona de estudio. Asimismo, para considerar las oscilaciones estacionales, se planificarán al menos dos campañas de muestreo: una en primavera-verano y otra en otoño-invierno.

En primer lugar, la cuenca o río se debe seccionar en estratos más o menos homogéneos atendiendo a criterios como pendiente, altitud, velocidad de la corriente, sustrato, vegetación de las riberas, estado de degradación, presencia de embalses, grado de repoblación piscícola, etc.

En cada estrato de la población se definirán tramos a inventariar (las más de las veces según criterios de accesibilidad), sobre los cuales se realizará la captura de peces por alguno o varios de los procedimientos que se verán más adelante. En cada tramo de muestreo se determinarán parámetros físico-químicos de calidad del agua como temperatura, pH, oxígeno disuelto, porcentaje de saturación, etc. además de

hacer referencia a las familias de invertebrados bentónicos presentes.

Las técnicas de inventariación más sencillas se emplean en inventarios cualitativos (por ejemplo, aquellos que pretenden obtener la relación de especies presentes en un tramo de río) y las más complicadas se emplean en los inventarios cuantitativos (demográficos), que sirven para estimar las existencias. No obstante, en un inventario exhaustivo se aplicarían varias técnicas simultáneamente, aunque no hay ningún sistema que permita conocer las existencias reales. La mayoría de las técnicas permiten que el pez sea devuelto vivo a su medio después de ser examinado.

#### 5.2.2.2. Inventario cualitativo

Consiste en la observación visual, la realización de encuestas o el empleo de caña, nasa, red, pesca eléctrica, etc. para capturar peces y analizarlos. El inventario cualitativo sirve para asignar a una especie la variable presencia/ausencia en la zona de estudio e incluso para asignar diversos grados de abundancia pero no sirve para estimar datos poblacionales cuantitativos (por ejemplo, número de ejemplares por kilómetro de río).

Las encuestas realizadas a pescadores y guardas sirven para recopilar información sobre observaciones y capturas y permiten estimar la efectividad de los pescadores y la rentabilidad pesquera del coto. En las encuestas se solicita información sobre número y clase de piezas capturadas y piezas devueltas al río por cada permiso de pesca, así como tallas y fechas, además del sexo, edad y procedencia del pescador.

El conocimiento de la presión pesquera real (densidad, periodicidad, intensidad) a través de encuestas o cuestionarios es un dato fundamental para la Ordenación del medio piscícola ya que permite estimar las extracciones efectuadas y prever las vías de financiación necesarias para gestionar o restaurar el medio.

#### 5.2.2.3. Inventario cuantitativo

En este tipo de inventario se puede utilizar la ecosonda, los explosivos, los venenos, el vaciado del cauce o la pesca eléctrica. Esta última es la técnica más útil y difundida aunque no siempre es necesaria. Puede aplicarse de forma combinada con ecosondas y redes.

#### 5.2.2.4. Pesca eléctrica

La pesca eléctrica se fundamenta en la generación de un campo eléctrico en la masa de agua por medio de dos electrodos. Dicho campo produce la dipolarización del agua y una diferencia de potencial entre la cabeza y la cola de los peces. Si el campo es débil los peces sienten la descarga y huyen. Si el campo aumenta los peces se orientan hacia el ánodo y nadan activamente en dirección a él (fenómeno conocido como galvanotaxia), sufriendo luego electronarcosis. Quedan así temporalmente paralizados flotando en la superficie y son capturados con salabres o sacaderas. Si aumenta más el campo o los mismos peces reciben descargas sucesivas se produce su muerte por electrocución.

La pesca eléctrica es el sistema de muestreo menos selectivo porque permite capturar ejemplares de todos los tamaños. A pesar de ello, los ejemplares más grandes tienen mayor probabilidad de ser capturados (muestreo con probabilidad variable) ya que, a igualdad de campo eléctrico, los peces más próximos al ánodo y los peces más largos están sometidos a mayores diferencias de potencial. Es decir, a mayor talla la sensibilidad frente a la pesca eléctrica es mayor. También se da la circunstancia de que los operadores tienden involuntariamente a dirigir las descargas sobre los peces más grandes por ser éstos más fáciles de ver y capturar.

El equipo de pesca eléctrica consta de un grupo electrógeno monofásico (de 1000 a 2000 W) con voltímetro y amperímetro, accionado por un motor de gasolina. También es necesario un transformador y/o rectificador dependiendo de que se utilice corriente alterna o corriente continua (ambas formas de corriente tienen ventajas y



desventajas en la pesca eléctrica). La intensidad de salida del grupo es de dos a seis amperios. Con valores más bajos solo se capturan peces grandes y con valores más altos pueden sufrir descargas las personas que manejan el equipo. Del grupo electrógeno salen dos electrodos: el negativo (cátodo) es una parrilla que queda fija en el fondo del cauce y el positivo (ánodo) es una pértiga que una persona va desplazando para aplicar descargas en puntos repartidos por todo el volumen de agua del tramo a muestrear. La pértiga lleva un interruptor para controlar las descargas eléctricas, además de una sacadera o salabre no muy grande (figura 5.1.), aunque lo más práctico es que una persona aplique las descargas con la pértiga y otra maneje el salabre para recoger los peces que salen a flote con la descarga y son arrastrados por la corriente.

La vestimenta para operar correctamente consta de:

- botas hasta la cintura (para evitar descargas y el contacto con el agua) con suela de goma, clavos o cadenas (para no resbalar)
- guantes gruesos hasta el codo (para evitar descargas y el contacto con el agua)
- gafas polarizadas de pescador (para filtrar los reflejos de la superficie).

Los tramos de río a muestrear son tan largos como permite el cable y van desde 30 hasta 100 metros. Los tramos se acotan con redes suficientemente finas para evitar entradas y salidas de peces durante el muestreo pero no tan tupidas que impidan el paso de la materia orgánica en suspensión. La red dispondrá como lastre de una cadena de fondo y flotadores en la parte superior, asegurando el seccionamiento del río. En lagunas de pequeñas dimensiones no es preciso acotar con redes.

A pesar de sus posibilidades, la pesca eléctrica es un método limitado a:

- ríos no muy grandes. Con ríos grandes se complica el procedimiento operativo, porque es necesario el uso de barcas y resulta difícil cerrar el tramo sobre todo en corrientes de velocidad elevada.
- aguas no muy puras. En ríos silíceos de alta montaña, con aguas prístinas, la conductividad eléctrica del agua es muy baja, lo cual obliga a subir la intensidad

- de las descargas, aumentando el peligro sobre el personal.
- peces no muy pequeños. Los individuos de menor talla apenas perciben la descarga eléctrica salvo que la pértiga con el electrodo se aplique a muy corta distancia de ellos.
- ríos no demasiado abruptos. En ríos con rocas, vegetación abundante y régimen torrencial es difícil seccionar por completo el cauce mediante redes.
- aguas poco profundas, ya que hay peces que bajan al fondo al electrocutarse.

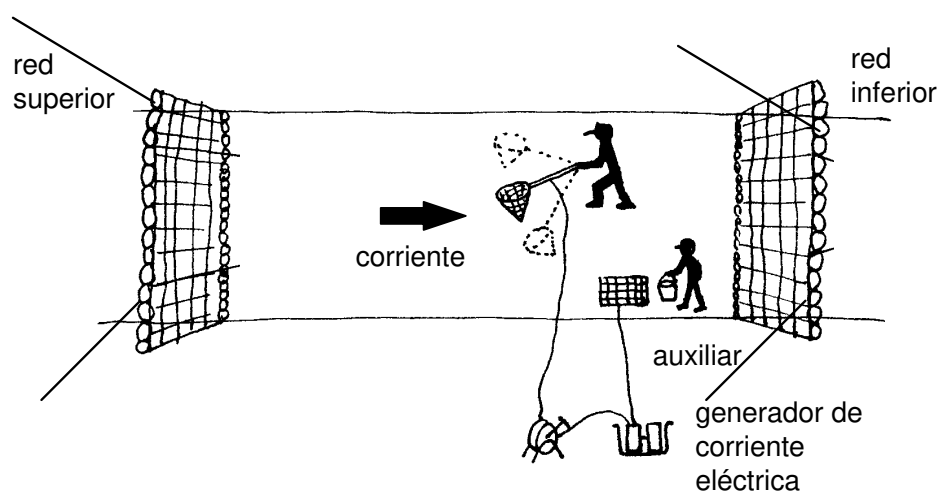


Figura 5.1. Equipo mínimo de muestreo por pesca eléctrica.

Los ejemplares capturados se sumergen en una baño con anestésico (MS-222, alcohol amílico terciario o fenoxietanol) y agua. Se mide la talla, el peso y se realizan apreciaciones visuales (especie, procedencia, estado sanitario aparente, etc.) antes de devolverlos a su medio natural, salvo que vaya a realizarse otro tipo de análisis (genético, toxicológico, parasitológico, etc.) en cuyo caso se envían al laboratorio.

Así mismo se debe determinar el esfuerzo de captura, dado por el tiempo de muestreo, cantidad e intensidad de las descargas efectuadas y número de pasadas completas realizadas con el electrodo sobre el mismo tramo.

El resultado del inventario es una estima de abundancias referidas a la unidad de espacio. La abundancia puede expresarse como *densidad* (en número de individuos

por metro cuadrado, por hectárea o por kilómetro) o como *biomasa* (en kilogramos por m<sup>2</sup>, por ha o por km). Para hacer estas determinaciones se debe medir áreas y volúmenes muestreados mediante el levantamiento de un mapa batimétrico, considerando precisiones de un metro en anchura y un centímetro en profundidad y refiriendo las abundancias a la superficie de la lámina de agua de caudal máximo, medio o mínimo.

Los métodos de estima de abundancias son numerosos pero agrupables en dos tipos principales:

- método de captura-recaptura
- método de capturas sucesivas.

#### 5.2.2.5. Método de captura-recaptura

Consiste en acotar un tramo y marcar el total (M) de individuos extraídos en una primera operación de captura, devolviéndolos posteriormente al río. Después de un cierto tiempo se realiza una segunda operación de captura de n ejemplares. Entre la primera y la segunda pesca deben pasar al menos siete horas para que se repartan los peces y a lo sumo 24 horas para considerar que el tramo permanece acotado.

El método se basa en que la proporción entre ejemplares marcados (m) y el total capturado (n) en la segunda operación es un estimador de la proporción que existe para toda la población (N); es decir:

$$\frac{m}{n} = \frac{M}{N}; \quad N = M \frac{n}{m}$$

Una fórmula con menos sesgo que la anterior es la expresión de Chapman:

$$N = \frac{(M+1)(n+1)}{(m+1)} - 1$$

Siempre se cumple que  $N \geq n - m + M$ , como es lógico.

Las formas de marcado son diversas (anillos, chapas, tatuado, quemado, criomarcado, marcado radiactivo) pero lo más sencillo es cortar una aleta (adiposa, pectoral o caudal).

El método de captura-recaptura presupone que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos (se cumple aproximadamente dado que la pesca eléctrica es poco selectiva) y que la población a inventariar es cerrada (no hay entradas ni salidas ni muertes ni nacimientos durante el muestreo). Esto último se consigue si la duración del muestreo es corta.

La diferencia entre el número total de individuos estimado para el tramo y el número total de individuos efectivamente capturados se llama error de muestreo (E):

$$E = N - (n - m + M)$$

#### 5.2.2.6. Método de capturas sucesivas

Es el método más rápido y común, sobre todo en la versión llamada método de Lury. Considera el esfuerzo de pesca constante y se basa en admitir que si en un mismo tramo aislado se realizan pescas sucesivas sin devolver al agua los peces y con el mismo esfuerzo de pesca y condiciones, las capturas se reducen cada vez y son proporcionales al número de peces presentes en el momento de iniciarse cada pesca.

Para estimar abundancias se representa en un diagrama el número de peces acumulados en las sucesivas ocasiones frente al número de peces capturado en cada ocasión. Si se realizan solo dos pescas (figura 5.2.) la población más probable (N) es igual a:

$$N = \frac{m^2}{m - n}$$

donde  $m$  = capturas en la primera ocasión (en número de individuos)  
 $n$  = capturas en la segunda ocasión (en número de individuos).

El método subestima las poblaciones por lo que hay que aumentar el número de capturas sucesivas si tras la segunda no se cumple la condición de Seber y Le Cren:

$$\frac{m^2 (m - n)^2}{n^2 (m + n)^2} > 16$$

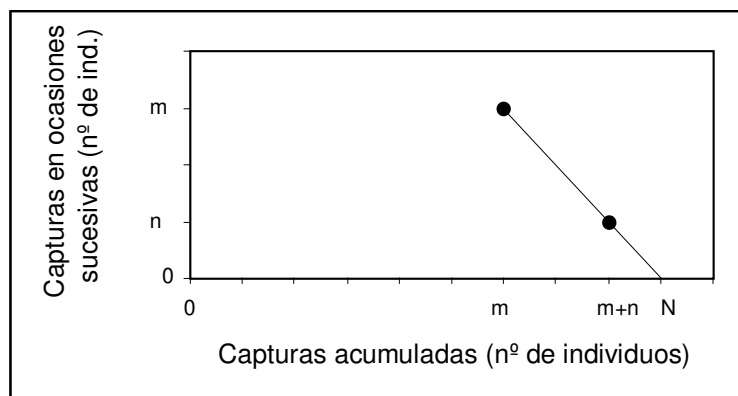


Figura 5.2.  $m$  = número de capturas a la primera ocasión;  $n$  = número de capturas a la segunda ocasión;  $N$  = población más probable.

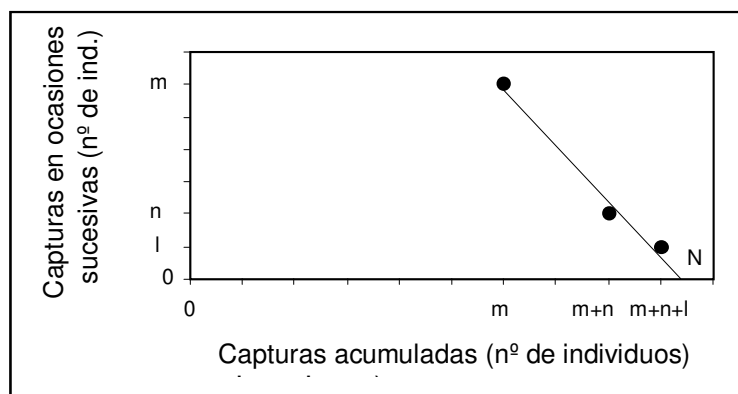


Figura 5.3.  $m$  = número de capturas a la primera ocasión;  $n$  = número de capturas a la segunda ocasión;  $l$  = número de capturas a la tercera ocasión;  $N$  = población más probable.

Con tres o más operaciones de captura hay que ajustar por regresión una curva para los tres o más puntos que se obtienen, siendo satisfactorio el modelo lineal (figura

5.3.). El número de individuos estimado para la población es, igualmente, el punto de corte (N) de la recta de regresión con el eje horizontal.

Si tras la tercera operación el coeficiente de correlación  $r$  es menor que 0,997 hay que realizar una cuarta operación. Si tras la cuarta operación  $r$  es menor que 0,950 se continúa con una quinta operación.

En ríos salmoneros de cuatro a seis metros de ancho y calado inferior a 30 centímetros se realizan tres pescas por el método de capturas sucesivas salvo que las capturas sean muy abundantes, en cuyo caso se baja a dos ocasiones y así se reduce la mortalidad de peces por descargas eléctricas repetidas. Si además de salmónidos hay anguilas o ciprínidos, que suelen ser peces pequeños, se efectúan al menos cuatro pescas.

Se deben cumplir las premisas del método (capturas proporcionales a las abundancias). Un esfuerzo de captura pequeño falsea esta premisa por lo que hay que disponer personal suficiente y cubrir el área a muestrear, demorándose en cada pasada el mismo tiempo y dejando entre pesca y pesca un tiempo igual a la duración de ésta.

La diferencia entre el número de individuos capturados,  $(m+n)$  si se hacen dos pescas,  $(m+n+l)$  si se hacen tres pescas, etc. y el número de individuos (N) que por el cálculo se estima hay en el tramo se llama error de muestreo (E). Puede corresponder a peces de todos los tamaños si la pesca ha sido no selectiva (método de captura-recaptura) o a peces cada vez más pequeños en el método de pescas sucesivas. En este último caso se puede suponer que el peso de los peces que forman esa diferencia (error de muestreo) viene dado a partir de la recta de regresión ocasión/peso medio capturado en la ocasión para una hipotética nueva pesca (ver ejemplo en página siguiente).

Los métodos como el de Lury, basados en el esfuerzo de captura y en tiempos de muestreo determinados, tienen un error variable que depende de la conductividad, caudal y velocidad del agua por lo que solo dan resultados comparables si se aplican

siempre en el mismo río y no se pueden extrapolar conclusiones cuantitativas a otras zonas.

Para considerar los datos de muestreo como rigurosamente estadísticos habría que muestrear numerosísimos tramos dado que las distribuciones espaciales de los peces son variables en el tiempo y son contagiosas. Es decir, una especie en un punto determinado es abundante o es escasísima, sin valores intermedios ni variaciones graduales de abundancia.

EJEMPLO (Lobón-Cerviá, 1991).

En un inventario por pesca eléctrica se realizaron siete pescas en un tramo de río donde solo se encontró barbo (*Barbus bocagei*). Los resultados fueron los siguientes:

Captura número	Nº de peces capturados	Nº de peces acumulado	Peso total (gramos)	Peso medio (gramos)
1	207	207	1724,3	8,3
2	162	369	900,7	5,6
3	111	480	693,8	6,2
4	72	552	257,0	3,6
5	58	610	263,9	4,6
6	62	672	128,9	2,9
7	27	699	99,9	3,7
Total	699		4068,5	

donde el peso medio es el resultado de dividir el peso total por el número de individuos en cada captura. Así, el peso medio de un pez capturado en la primera ocasión es  $1724,3/207 = 8,3$  g y en la segunda ocasión es  $900,7/162 = 5,6$  g y así sucesivamente.

Estableciendo la recta de regresión número de peces capturados frente a número de individuos acumulado se obtiene un número de individuos total estimado de 791 (punto de corte de la recta de regresión con el eje de abscisas, figura 5.4.a). El error de muestreo será entonces la diferencia entre ese total estimado y el total de peces realmente capturado:

$$E = 791 - 699 = 92$$

Para estimar el peso medio de esos 92 individuos se calcula la recta de regresión peso medio

( $P_i$ ) frente a ocasión de captura ( $i = 1 \dots 7$ ) y resulta:

$$P_i = 7,9571 - 0,7429 \cdot i$$

con un aceptable coeficiente de correlación  $r = 0,86$ .

Para una hipotética octava operación de captura, el peso medio del pez capturado será (figura 5.4.b):

$$P_i(i = 8) = 7,9571 - 0,7429 \cdot 8 = 2,0 \text{ g.}$$

El peso de los 92 individuos será:

$$2,0 \cdot 92 = 184,0 \text{ g}$$

que se añaden al peso de los peces realmente capturados y constituyen la biomasa total estimada en el tramo:

$$4068,5 + 184,0 = 4252,5 \text{ g.}$$

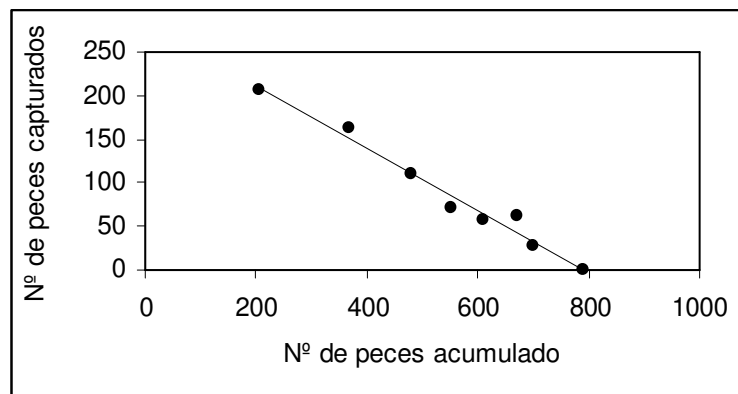


Figura 5.4.a. Ajuste por regresión lineal del número de peces capturados en cada ocasión frente a número de peces acumulados.



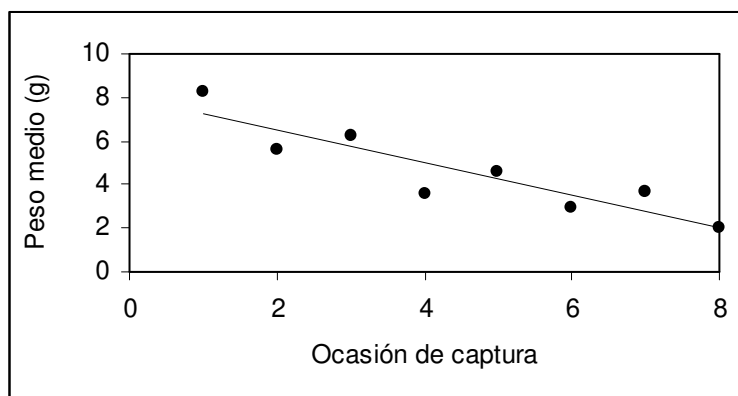


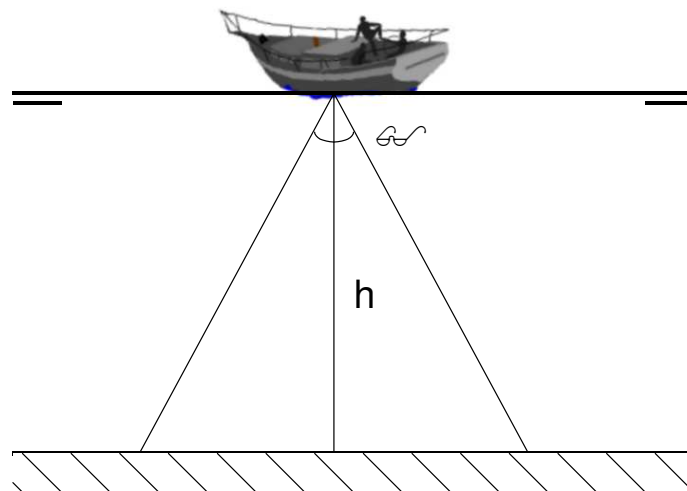
Figura 5.4.b Ajuste por regresión del peso medio del pez en cada operación de captura.

#### 5.2.2.7. Ecosonda

Se utiliza para el inventario de poblaciones en lagos y embalses. Se basa en la detección y registro de los ecos reflejados a partir de la emisión procedente de la misma ecosonda. Los ecos se generan cuando algún cuerpo sólido se interpone en el avance de la onda emitida a través del agua. Con un calibrado correcto cada eco se resuelve como un individuo. Por tanto, con este sistema, los resultados se dan en número de individuos y no en kilogramos de peces. Es una técnica compleja, rápida y económica, lo cual permite un muestreo intenso.

El procedimiento consiste en realizar periódicamente con la ecosonda transeptos fijos perpendiculares a la orilla repartidos por toda la superficie del embalse y a velocidades controladas. Los ecos se cuentan y su número se divide por el volumen de agua muestreado ( $V$ ) para dar densidades medias en individuos por hectómetro cúbico (figura 5.5.).

La densidad media se da para cada estrato de profundidad (de 0 a 5 metros, de 5 a 10 m, de 10 a 15 m, etc.). El número total de individuos estimado se obtiene multiplicando la densidad por el volumen total de cada estrato.



$$V = \operatorname{tg}\left(\frac{\beta}{2}\right) \int_0^L h^2(l) dl$$

Figura 5.5. Barrido por ecosonda en grandes masas de agua. L = longitud del transepto,  $\beta$  = ángulo de barrido, h = profundidad, V = volumen de agua muestreado.

Proporciona densidades totales pero sin distinguir especies por lo que debe completarse con redes (para tomar muestras y conocer la composición cualitativa) y con pesca eléctrica (para muestrear las clases de edad más jóvenes). Las redes o trasmallos se disponen durante un tiempo prefijado perpendicularmente a la orilla y/o cerrando ensenadas hasta la profundidad a la que se hayan obtenido mayores abundancias con la ecosonda. Las capturas con red se consideran datos semicuantitativos.

El sistema de ecosonda no es utilizable a profundidades inferiores a dos metros puesto que se hacen indistinguibles los ecos de los peces y los ecos del fondo.

#### 5.2.2.8. Medición y análisis de muestras

*Longitud.* Conviene medir las tallas individuales para determinar la distribución de tamaños en la población. Para ello, el pez se coloca sobre una escala con precisión

de un milímetro y se mide su longitud estándar (desde la cabeza al inicio de la cola) o su longitud furcal (desde la cabeza al inicio de la hendidura de la cola), existiendo entre ambas longitudes una estrecha correlación lineal.

*Peso.* Si se pretende determinar el factor de condición o la relación peso-longitud se pesa cada ejemplar o una muestra representativa de los capturados. Si se buscan valores de biomasa (en peso) no es necesario pesar los peces uno a uno, basta con pesar el conjunto de peces capturados en cada pesca. Si se buscan valores de densidad (en número de individuos) no es necesario pesar. Para la pesada es suficiente un dinamómetro con precisión de cinco gramos.

*Edad.* La determinación de la edad se basa en estructuras anatómicas que guardan relación con el crecimiento. En los salmónidos existe una fuerte relación entre el crecimiento de la escama y el crecimiento del pez. La escama se pliega por su parte superior formando anillos de crecimiento llamados *circuli*. Un periodo de alimento abundante y factores ambientales favorables en general llevará a un mayor crecimiento y a anillos más anchos. En zonas templadas la actividad de los peces es alta en verano y baja o nula en invierno, por lo que los anillos se agrupan alternando zonas de anillos anchos con otras de anillos más estrechos, formando marcas anuales. Por tanto, la edad se determina contando el número de anillos de crecimiento de las escamas (figura 5.6.). Para ello, se extraen escamas de las más antiguas, que son las situadas entre la línea lateral y las aletas dorsal y adiposa. Se elegirán escamas no erosionadas, ni deformadas ni regeneradas.

Las escamas se limpian en una disolución de sosa. Se seleccionan las que son válidas con lupa o microscopio. Se montan en un portaobjetos y se pasan por un lector de microfichas con aumento, donde se fotocopian para mediciones posteriores. La edad se designa como  $n+$ , que significa edad superior a  $n$  años e inferior a  $n + 1$  años.

Determinadas condiciones ambientales o fisiológicas pueden dar lugar a la falta de anillos o a falsos anillos (anillos supernumerarios), que producen errores en la determinación de la edad.

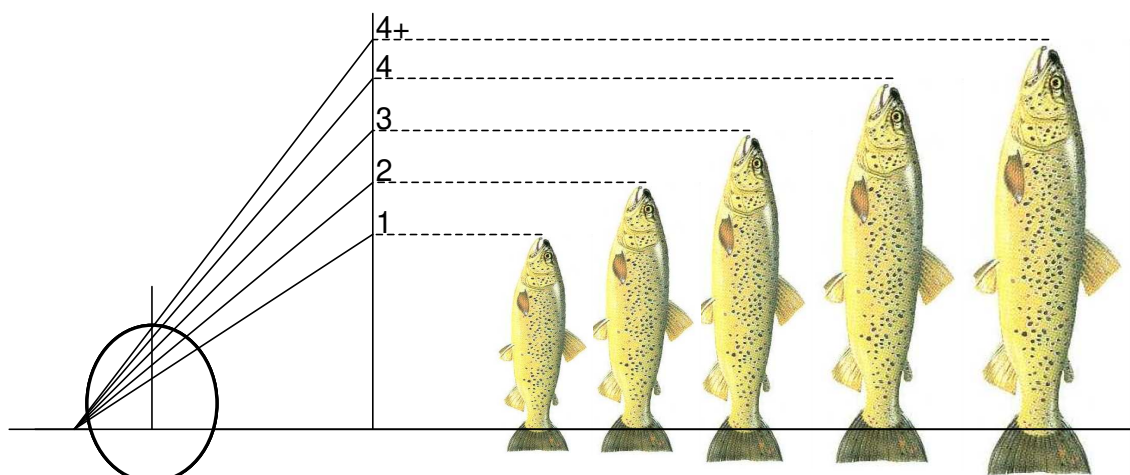


Figura 5.6. Relación lineal entre el radio del anillo de la escama y la longitud.

Aunque es menos frecuente, la edad se puede determinar también por el método de Petersen, que distingue como clase de edad cada una de las modas o máximos relativos que aparecen al representar gráficamente la distribución de frecuencias de longitudes de peces. En la figura 5.7. se puede observar que la primera clase de edad (0+) corresponde a las longitudes comprendidas entre 5 y 11 cm; la segunda clase (1+) corresponde a las longitudes entre 12 y 18 cm; la tercera (2+) a las longitudes entre 19 y 27 cm; etc. No siempre es fácilmente visible la división en clases de edad, sobre todo en las clases superiores.

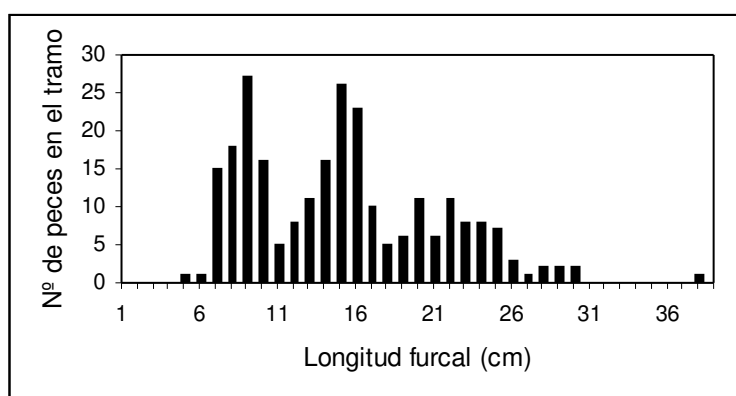


Figura 5.7. Distribución de longitudes en una población de trucha común muestreada por pesca eléctrica en el río Garona (Viella, Lérida). Se han considerado clases de longitud de 1 cm.

#### 5.2.2.9. Otros análisis

Otros análisis posibles son la determinación del sexo, estado de madurez de las gónadas, contenido estomacal, etc., lo cual requiere normalmente la apertura de la muestra.

#### 5.2.2.10. Proceso de datos

Algunas de las variables individuales que se miden en el inventario se encuentran relacionadas. Por ejemplo, existe una relación entre peso y longitud que se ajusta al modelo:

$$P = a \cdot L^b$$

donde  $P$  es peso en gramos,  $L$  es la longitud en cm y  $a$  y  $b$  son parámetros dependientes del medio. El valor de  $a$  varía a lo largo del año y el valor de  $b$  es más o menos constante, con un valor próximo a 3.

Se define el factor de condición  $K$  como:

$$K = \frac{100P}{L^3}$$

que varía con la edad y es un índice del vigor de la población. Si es superior a 1 indica buena condición física y si es inferior a 1 indica individuos o poblaciones con falta de alimento, exceso de velocidad del agua, competencia, problemas de reproducción, etc.

La relación longitud-edad sirve para determinar si los ejemplares pescados a partir de una cierta talla legal han tenido tiempo de madurar sexualmente (fenómeno que se produce a partir del tercer año en truchas), ya que si es así habrán realizado el desove y su captura no impide el reclutamiento de ejemplares jóvenes.

Para estimar la talla del pez en años pasados se emplea el método del retrocálculo, que se basa en la proporcionalidad entre anchura de anillos y talla (figura 5.6.). Para ello, se mide la distancia desde el foco o centro de la escama hasta el anillo anual correspondiente respecto de la distancia al borde de la escama. Se llega a la relación de proporcionalidad siguiente:

$$L_x = A + \frac{R_x}{R_T} (L_t - A)$$

donde:

$L_x$  = longitud del pez a la edad x

$L_T$  = longitud actual

$R_x$  = radio de la escama a la edad x

$R_T$  = radio actual

A = coeficiente de proporcionalidad que aparece porque cuando se forma la escama el pez ya tiene una cierta longitud.

Indirectamente, el retrocálculo sirve para estimar el peso del pez en años anteriores o el crecimiento en peso o talla entre dos años cualesquiera mediante la relación auxiliar peso-longitud.

Los parámetros más representativos de la dinámica poblacional son los siguientes:

- *lote*. Cantidad de peces existente en la totalidad del área en un momento determinado. Si la cantidad se da en número de individuos por unidad de superficie se llama *densidad* y si se da en kilogramos por unidad de superficie se llama *biomasa*.
- *producción*. Es la cantidad de pescado producido realmente en la unidad de tiempo y espacio. Se mide en kilogramos/hectárea/año o kilogramos/kilómetro/año.
- *productividad*. Es la producción máxima teórica.

- *recolección*. Es la cantidad extraída por el hombre en un periodo.
- *tasa de crecimiento*. Es la relación *producción/biomasa*.
- *tasa de mortalidad natural, tasa de fecundidad, tasa de supervivencia, etc.*

La tabla 5.1. aporta datos orientativos obtenidos de la bibliografía referentes a índices y parámetros poblacionales de diferentes especies piscícolas.

Cada parámetro puede referirse a la totalidad de la población o a cada clase de edad. Por ejemplo, la figura 5.9. muestra que la tasa de supervivencia en trucha común varía para cada clase de edad. La figura 5.8., correspondiente a trucha común, muestra que la recolección es nula hasta finalizar el segundo año ya que hasta después de esa edad la trucha no madura sexualmente y no es todavía pescable. Asimismo, la biomasa producida en cada clase de edad disminuye a medida que la clase es más alta. El peso total de los peces que sobreviven se eleva hasta el primer año por baja mortalidad pero después, como los supervivientes son menos y su crecimiento más bajo, la biomasa producida se reduce y la proporción decrece hasta que no sobrevive ninguna clase de edad.

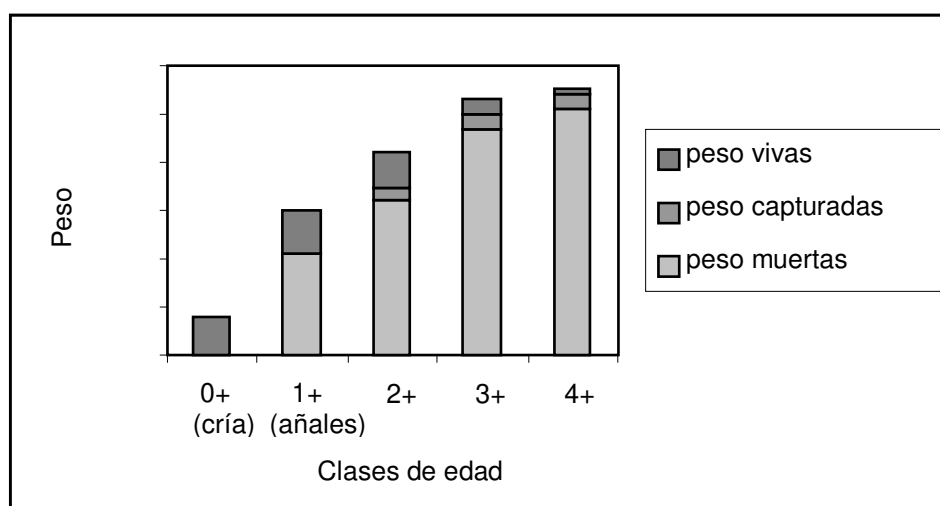


Figura 5.8. Evolución de la biomasa en una población de trucha común. Se observa la repercusión en el total poblacional de la mortalidad natural y debida a la pesca. Adaptado de Frost *et al.* (1971).

Tabla 5.1. Índices, parámetros poblacionales y parámetros habitacionales de diferentes especies piscícolas (varias fuentes).

	<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Barbus bocagei</i>	<i>Chondrostoma polylepis</i>	<i>Leuciscus cephalus</i>	<i>Micropterus sp.</i>	<i>Salmo trutta fario</i>
Biomasa (kg/ha)		< 600	< 55	31,5	< 134	65-331
Producción (kg/ha/año)		0,6-353	38-278	2,5-200		
Longevidad		11-15	>10	7-10		6-8
Madurez sexual &	2	5-7	4	3-4		3
Madurez sexual %						2
N1 huevos por kg de &		25000-30000	50000-70000	20000-80000		2000
Área de campeo (m <sup>2</sup> )						10-40
veloc. agua refugio (cm/s)	5-20					15-40
veloc. agua freza (cm/s)						20-50
Calado zona refugio (cm)	20-100					25-60
Calado zona freza (cm)						10-40
Diám. arena (mm)	10-30					11-20
Diám. arena freza (mm)						2-8



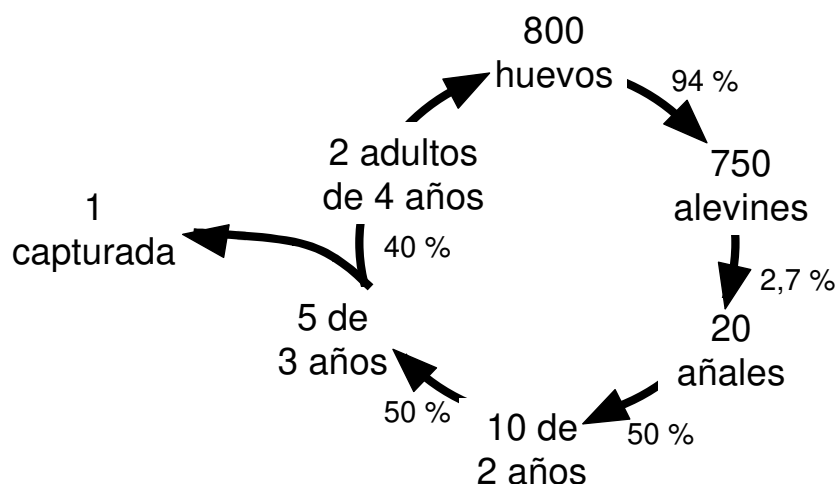


Figura 5.9. Tasas de supervivencia para trucha común.

### 5.3. Ordenación piscícola

El Proyecto de Ordenación presenta las características del modelo de río, lago o zona de pesca que se desea lograr a largo plazo. Entre las características que definen dicho modelo se encuentran las siguientes: clasificación de las aguas como salmonícolas o ciprinícolas, determinación del régimen de explotación piscícola por tramos, técnicas de pesca autorizadas, control administrativo de la pesca, tipo de mejora de las poblaciones y del hábitat.

Las actuaciones que es preciso realizar a corto plazo para conseguir ese modelo se incluyen en un plan técnico, que forma parte del Proyecto de Ordenación.

Para controlar si el recurso piscícola evoluciona según lo previsto en el Proyecto es necesario el seguimiento del estado de las poblaciones tanto cualitativa (especies implicadas) como cuantitativamente (densidad, biomasa, crecimiento, producción, mortalidad natural y potencial reproductivo) a través de Revisiones en forma de sucesivos planes técnicos.

Los planes técnicos revisan cada 2-5 años la marcha del Proyecto de Ordenación a partir de los resultados de los inventarios periódicos. El plan técnico puede modificar generalmente las variables talla mínima y presión de pesca.

### 5.3.1. Regulación del aprovechamiento

La regulación del aprovechamiento piscícola consiste en organizar el aprovechamiento de la pesca conforme a las leyes biológicas, de tal manera que no disminuya la capacidad productiva del medio ni en el espacio ni en el tiempo y consiguiendo la máxima utilidad posible en calidad y cantidad del recurso.

El régimen de explotación de cada tramo debe variar con el tiempo en la secuencia cíclica: vedado/acotado/libre.

Para calcular la renta a extraer sin afectar al capital biológico se debe conocer para cada especie pescable la estructura de edades de la población y los parámetros poblacionales principales.

La producción anual no puede ser totalmente extraída por pesca debido a que el pez de tamaño pescable es escaso en la población. Aumentar el tamaño mínimo pescable es conveniente en ríos sometidos a gran presión pesquera pero es inadecuado en ríos poco presionados porque morirán más peces por causas naturales, sin provecho para el pescador, y los supervivientes crecerán con más competencia. La talla mínima debe ser también suficientemente elevada para que la captura resulte atractiva y el pez haya tenido ocasión de desovar al menos una vez. Por lo tanto, cada río o lago debería tener su propia talla mínima, que vendría dada por su proyecto específico de Ordenación. Es una medida sencilla y conservadora la de imponer una talla mínima pescable superior a la edad de madurez para todos los peces dado que basta con que algunos ejemplares desoven para que se garantice el reclutamiento anual de alevines. En la figura 5.7. se observa que, debido a la presión de los pescadores, se reduce de forma apreciable el número de efectivos con longitud superior a 18 cm (talla mínima pescable) a pesar de que el muestreo se realizó en un coto (zona de pesca restringida) y al inicio de la campaña de pesca. El número de reproductores (ejemplares de las clases 2+ y sucesivas) debe ser el suficiente para garantizar el reclutamiento anual de alevines. En caso contrario, habría que reducir las capturas o elevar la talla mínima pescable.

Existen modelos matemáticos que sirven para estimar la evolución en el tiempo de los parámetros de la población a partir de ciertas condiciones iniciales proporcionadas por el inventario. Algunos modelos simulan la dinámica de las poblaciones considerando dos o más variables de gestión (variables ambientales), como son la presión de pesca, la talla mínima pescable o el grado de adecuación del hábitat a las necesidades de todos y cada uno de los estados de la población (embrión, alevín, juvenil y adulto). Estas variables y otras están interrelacionadas, existiendo modelos que simulan esas relaciones y que permiten estimar la talla mínima que maximiza las capturas para una presión de pesca dada o la presión de pesca que maximiza las capturas para una talla mínima dada.

Las restricciones al ejercicio de la pesca deben ir acompañadas del dispositivo de señalización, vigilancia y control necesario que garantice el cumplimiento de las exigencias del Proyecto de Ordenación, estableciendo sanciones para los causantes de infracciones (pesca en épocas de veda, uso de artes de pesca prohibidos, vertido de residuos, modificaciones del cauce, etc.).

### 5.3.2. Repoblaciones

Las repoblaciones pretenden introducir especies donde nunca estuvieron presentes, o donde desaparecieron, o bien conseguir que los cauces naturales acojan el máximo de peces pescables y así atender a la demanda de los pescadores deportivos.

La Administración y los particulares han optado habitualmente por la repoblación de ríos y lagos con peces y huevos embrionados, procedentes en general de piscifactorías.

Los estudios realizados en Galicia, Asturias y Cataluña demuestran que las repoblaciones piscícolas realizadas en las últimas décadas tienen una implantación mínima en las poblaciones fluviales (apenas se encuentran ejemplares de repoblación en las poblaciones autóctonas).

La repoblación puede tener éxito cuando la población residente es escasa, sobre todo si se piensa repoblar con alevines o huevos embrionados. Por ejemplo la trucha de repoblación encuentra un medio particularmente apto en lagos y embalses eutrofizados y con aguas semiestancadas, desplazando a las poblaciones originales.

Aunque la repoblación tenga éxito, los peces de piscifactoría tienen menos interés deportivo que los salvajes porque no se adaptan totalmente al medio natural. Por otra parte, suponen un peligro de introducción de enfermedades infecciosas y un riesgo de contaminación genética o de eliminación de las poblaciones naturales.

Los tipos de repoblación son:

- para captura inmediata (lo más común): se realiza con peces que tienen al menos la talla mínima pescable
- para captura en varios meses: se realiza con juveniles, en ríos eutróficos, con alta supervivencia y crecimiento
- para captura en varios años: se realiza con reproductores o con alevines y huevos embrionados cuando el factor limitante es la reproducción.

Si la única solución factible es la repoblación, el número de peces a repoblar depende de la capacidad de carga o acogida del cauce, que es mayor en zonas escabrosas, con vegetación acuática, aguas turbias y rápidas.

Los valores recomendados para repoblar con trucha común son:

- |   |                     |  |
|---|---------------------|--|
| - | huevos embrionados: | 2 - 6 individuos por metro cuadrado        |
| - | alevines:           | 1 - 3 individuos por metro cuadrado        |
| - | añales:             | 0,4 - 1,2 individuos por metro cuadrado    |
| - | biañales:           | 0,05 - 0,15 individuos por metro cuadrado. |

### 5.3.3. Mejora del hábitat

Tradicionalmente, la mejora de las poblaciones se ha efectuado mediante la repoblación por suelta en aguas naturales de peces o huevos procedentes de piscifactorías. Este procedimiento pretende atenuar el desequilibrio entre la presión pesquera, especialmente elevada en Galicia, y la limitada capacidad de regeneración natural de las poblaciones piscícolas. No obstante, la repoblación es mucho menos efectiva que la mejora del hábitat de los peces, que resulta más barata, mitiga actuaciones humanas negativas sobre el río y no contamina genéticamente las poblaciones naturales con ejemplares alóctonos.

La mejora se basará en un estudio del medio que identifique los factores que limitan el crecimiento de las poblaciones, para actuar sobre ellos. La actuación sobre factores no limitantes es un error porque no repercute en una mejora de la situación piscícola. Por ejemplo, la trucha común (*Salmo trutta*) y el salmón atlántico (*Salmo salar*) constituyen la mayor parte del potencial económico de la pesca fluvial en Galicia. Por ello, se tiende a fomentar dichas especies (salmónidos) y a eliminar o reducir las demás con la idea equivocada de que al desaparecer los competidores por el alimento se favorece la especie seleccionada cuando en realidad el factor limitante no es el alimento sino el espacio, debido a que los salmónidos son especies territoriales.

La mejora del hábitat, plasmada en un proyecto de ingeniería, es una transformación que repercute directamente en la calidad del recurso piscícola. La mejora debe favorecer la conservación de los refugios naturales, la disponibilidad de frezaderos, la fertilidad del medio acuático, la alternancia de tablas con zonas lólicas (rápidos) y lénticas (remansos y pozas) así como el aumento de la lámina de agua.

El tipo de mejora depende del objetivo de la Ordenación, que a veces es múltiple y variado. Si el objetivo es conservar la biodiversidad se dará prioridad en las mejoras a los tramos más raros o representativos o a las especies más escasas o amenazadas. Si el objetivo es incrementar la producción se dará prioridad a los tramos donde la diferencia entre la producción real y potencial sea máxima, tanto en extensión como en

intensidad, y a los que tengan más capacidad para recuperarse de forma natural. Para ello, hay que tener en cuenta las agresiones detectadas sobre la cuenca, el cauce y los seres vivos:

- modificación del suelo, subsuelo y cubierta vegetal
- construcción y explotación de presas
- dragados, encauzamientos, rectificaciones, canalizaciones
- extracciones de agua, vertidos y depósitos contaminantes.

Las medidas de mejora destinadas a conservar, restaurar y mejorar los ríos son por este orden:

- depuración de aguas residuales
- restauración hidrológico-forestal de la cuenca
- mantenimiento de caudales mínimos (llamados ecológicos)
- instalación de deflectores de corriente. Son muros alternos de planta triangular adosados a la orilla o en el centro del cauce. Se construyen con troncos, piedras y gaviones. Cambian la dirección del caudal para proteger las orillas, excavar pozas, concentrar las aguas en estiaje o crear rápidos.
- construcción de azudes. Son presas bajas, de materiales naturales, que crean o ahondan pozas y forman frezaderos por acumulación de gravas. Llevan vertedero para facilitar el paso de peces migradores.
- colocación de piedras grandes en orillas y cauce, que crean refugio para peces y estabilizan taludes. Otras estructuras con la misma finalidad son espigones, diques, pantallas, etc.
- relación equilibrada entre remansos y rápidos. El óptimo para salmónidos está entre 0,33 y 0,25.
- instalación de refugios. Cuando la cobertura vegetal es insuficiente los peces pueden ocultarse bajo troncos, tocones sumergidos o rocas en voladizo.
- construcción de frezaderos y mejora de los existentes, excavando pozas en el lecho del río en la localización más favorable y aportando grava de granulometría adecuada

- control de la vegetación ripícola, que debe estar presente pero no en exceso. Es muy importante repoblar con bosquetes en las proximidades del cauce, variando especies y disposiciones. La mejor vegetación es la formada por gramíneas, matorral, sauces subarborescentes y alisos arbóreos o chopos. La vegetación deberá ser de tanta mayor talla cuanto más ancho sea el cauce.

Indirectamente, la mejora del hábitat supone ordenar y conservar los accesos al área pescable y zonas auxiliares para que los pescadores no tengan que recurrir a pasos que puedan perjudicar a terceros. También se considera la limpieza de márgenes, siega de la vegetación acuática y creación de medios artificiales (estanques, embalses), pontones flotantes y orillas artificiales. En las zonas turísticas hay que hacer compatible la pesca con otros usos (esquí acuático, remo, baño, etc.).

Para aumentar la población de una especie determinada se pueden eliminar especies competidoras o depredadoras (lucio, black-bass, garza), eligiendo una combinación de especies a mantener donde al menos una debe ser carnívora.

La Ordenación de cursos para peces migrantes atañe a la instalación de dispositivos adecuados para que los adultos puedan tener cierto acceso a los frezaderos aguas arriba y los jóvenes u otros que escapen de sequías y contaminación puedan descender aguas abajo. Los sistemas son variados (pasos, compuertas, escalas, esclusas, ascensores).

En el diseño de pasos y escalas salmoneras se toman como parámetros de cálculo la velocidad máxima de nado, el tiempo que puede mantener el pez esa velocidad y el caudal de atracción para los peces. La boca inferior de la escala debe estar en un sitio profundo con un caudal de atracción independiente del caudal de la escala y manteniendo cotas constantes aguas arriba y abajo. Los tipos de escala son:

- plano inclinado (para salvar distancias de menos de 20 metros y diferencias de cota de menos de 8 metros)
- rampa tabicada (dividida en compartimentos con aberturas alternativas)

- escala de artesas (con un pequeño desnivel entre la anterior y posterior)
- escala de deflectores (canal con pantallas)
- escalas de frenado hidráulico de García-Nájera.

#### **5.4. Legislación**

La normativa legal referente al ejercicio de la pesca en aguas continentales viene recogida a nivel nacional en la Ley de Pesca Fluvial de 20 de febrero de 1942, en el Reglamento para su aplicación, de 6 de abril de 1943, y en un reducido conjunto de disposiciones complementarias referentes a la gestión de ríos fronterizos, especificación de ríos trucheros, etc. Se trata de normas anticuadas en algunos aspectos. Por ejemplo, hacen referencia a organismos oficiales ya inexistentes y, lo que es más significativo, se centran exclusivamente en la conservación de los ecosistemas fluviales que tienen utilidad económica.

En Galicia se ha promulgado la Ley 7/1992 de Pesca Fluvial, de 24 de julio, donde además de la utilidad económica del medio fluvial se consideran conceptos como fragilidad o capacidad biogénica. Este texto promueve la colaboración y participación de entidades deportivo-recreativas (sociedades de pescadores) o empresas turísticas en funciones de vigilancia, mantenimiento y aprovechamiento racional, haciendo hincapié en la componente turística de la pesca, sobre todo del salmón y el reo, cuyo aprovechamiento deberá estar sujeto a planes técnicos. Además, las sanciones correspondientes a las infracciones aumentan sus cuantías, sobre todo si proceden de empresas con actividad irregular.

Dichas normas se complementan con las órdenes autonómicas de vedas, de validez anual y que en Galicia se acompañan de disposiciones provinciales. En su defecto se aplican las normas subsidiarias dictadas por ICONA a 28 de marzo de 1983.

Las órdenes de vedas incluyen el listado de tramos de ríos y lagos con su régimen de explotación y características por cuencas:



- las zonas de veda, permanentes (arroyos, tramos urbanos) o alternas (tramos repoblados, dañados o en regeneración)
- los acotados, especificando si la gestión es privada o de la Administración, si el coto es salmonero, truchero, etc., y la modalidad de pesca (intensiva, normal, sin muerte)
- las artes y cebos admitidos en aguas libres (en acotados puede haber normas específicas más restrictivas)
- las especies pescables y no pescables (dentro de los límites que determina la Ley 4/1989 de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, haciendo referencia al Real Decreto 1095/89)
- la talla mínima por especie y por zona
- el número de permisos de pesca a expedir por coto y día
- el límite de capturas por pescador y día
- el periodo hábil para la pesca de cada especie, con objeto de respetar la reproducción o introducir mejoras en el río en el periodo no hábil.

Las aguas corrientes (ríos, arroyos, fuentes, rías, estuarios) y quietas (lagos, embalses, albuferas) tienen diferente potencialidad piscícola. Esto obliga a que las restricciones reglamentarias al ejercicio de la pesca sean específicas para cada zona y queden plasmadas en un proyecto de Ordenación. Llevar esto a la práctica es difícil, entre otras cosas por la falta de estudios zonales que avalen las decisiones técnicas.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

ABREU PIDAL, J. M. 1985. Resina, corcho y frutos forestales. El Campo, 85.

ALLUE CAMACHO, C.; ALLUE CAMACHO, M. 1994. Notas sobre la marcha ordenada del monte Pinar Viejo, Coca (Segovia). Reunión del grupo de trabajo sobre Ordenación de Montes. SECF-CENEAN, Segovia.

ALLUE CAMACHO, C.; FERNÁNDEZ MELÉNDEZ, J. A.; ALLUE ANDRADE, J. L. 1994. Cambio climático en la Tierra de Pinares de Segovia y alternativas dasocráticas para el amortiguamiento de sus efectos. Reunión del grupo de trabajo sobre Ordenación de Montes. SECF-CENEAN, Segovia.

ALONSO, F. 1993. Técnicas de gestión de la pesca continental. Curso de gestión piscícola en aguas continentales. CIF Lourizán, Pontevedra.

ARANA SANTOYO, M. M. 1966. Montes en resinación en Castilla la Vieja. Actas del VI Congreso Forestal Mundial, Madrid.

ARRIGNON, J. 1984. Ecología y piscicultura de aguas dulces. Mundi-Prensa, Madrid.

BALBUENA, E.; ALLUE, M. 1998. Ordenación de una masa artificial de pino negral (*Pinus pinaster* Ait.). II Reunión del grupo de trabajo sobre Ordenación de Montes. SECF.

BARNARD, C. 1966. Grasses and grasslands. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Production. Vol. 45. Macmillan, London.

CABALLERO, P. 1990. Estudio de la trucha común en Galicia. CIF Lourizán, Pontevedra.

CABRERA BONET, M. 1991. Inventarios a escala monte: Inventarios por muestreo estadístico sistemático en los alcornocales de la provincia de Cádiz. Seminario sobre Inventario y Ordenación de Montes. CENEAN, Segovia.

CAMP, W. G.; DAGUERTY, T. B. 1993. Managing our natural resources (20 ed.). Delmar Publishers, Inc.

CAÑELLAS, I.; BACHILLER, A.; MONTERO, G. 1999. Influencia de la densidad de la masa en la producción de corcho en alcornocales adehesados de Extremadura. Actas del Congreso de Ordenación y Gestión Sostenible de Montes, Santiago de Compostela.

CEBALLOS, L.; RUIZ DE LA TORRE, J. 1979. Árboles y arbustos de España peninsular. Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Madrid.

CHOZAS BERMÚDEZ, A. 1993. Aprovechamiento resinero. Actas del I Congreso Forestal Español. Lourizán, Pontevedra.

DE BENITO ONTAÑÓN, N. 1994. Ordenación de alcornocales. En: Ordenación de montes arbolados. Madrigal, A. ICONA, Madrid.

DGF INFORMAÇÃO. 1991. Montados de sobro e azinho. Dgf Informação, 2.

FROST, W. E.; BROWN, M. E. 1971. La trucha. Ed. Academia S.L., León.

FUNDICOT. 1992. Curso de ordenación territorial, planificación y gestión de los cauces fluviales. Madrid.

GAMERO GUERRERO, F. 1993. El archivo de muestras de corcho y su uso para la observación de la influencia de determinados factores sobre la calidad. Actas del I Congreso Forestal Español. Lourizán, Pontevedra.

GARCÍA DE JALÓN, D. 1991. Los salmónidos y sus problemas. Curso sobre bases limnológicas para la gestión de los ríos. IAMZ, Zaragoza.

GARCÍA DE JALÓN, D. 1992. Dinámica de las poblaciones en los ríos de montaña ibéricos. Ecología, 6.

GARCÍA DE JALÓN, D. *et al.* 1993. Estudio de las comunidades piscícolas de varios embalses de Madrid. Actas del I Congreso Forestal Español. Lourizán, Pontevedra.

GARCÍA DE JALÓN, D. *et al.* 1993. Principios y técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales. Mundi-Prensa, Madrid.

GARCÍA DÍAZ, R. 1993. Pasos y escalas salmoneras. Actas del I Congreso Forestal Español. Lourizán, Pontevedra.

GONZÁLEZ ADRADOS, J. R. 1993. Factores que determinan la calidad del corcho. Actas del I Congreso Forestal Español. Lourizán, Pontevedra.

GONZÁLEZ ALDAMA, A. 1991. Ordenación de pastizales. Seminario sobre Inventario y Ordenación de montes. CENEAN, Segovia.

JAMES, M. B.; LAZENBY, A. 1988. The grass crop. Chapman and Hall.

LINARES, L.; FARIÑA, J. M. 2001. Estado actual y propuestas de gestión del alcornocal en montes del parque natural Los Alcornocales (Cádiz). Actas del III Congreso Forestal Español, Granada.

LOBÓN-CERVIÁ, J. 1991. Dinámica de poblaciones de peces en ríos: pesca eléctrica y métodos de capturas sucesivas en la estima de abundancias. CSIC, Madrid.

MARÍN, F.; CALZADO, A.; TORRES, E.; DOMINGO, J. 1999. Aplicación del tramo único al monte alcornocal. Actas del Congreso de Ordenación y Gestión Sostenible de

Montes, Santiago de Compostela.

MARTÍNEZ, P. *et al.* 1993. Differential stocking incidence in brown trout (*Salmo trutta*) populations from Northwestern Spain. *Aquaculture*, 114.

MARTINS, M. L. *et al.* 1993. Contribución para el ordenamiento de una albufera hidroagrícola del Sur de Portugal. *Actas del I Congreso Forestal Español*. Lourizán, Pontevedra.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1971. Instrucciones Generales de Ordenación de Montes Arbolados. Madrid.

MONTERO, G. 1987. Producción y regeneración de los alcornocales. *Montes*, 15.

MONTERO, G.; DE BENITO, N.; TORRES, E. 1991. Selvicultura y Ordenación de alcornocales. Seminario sobre Inventario y Ordenación de Montes. CENEAN, Segovia.

MONTERO, G.; TORRES, E.; VÁZQUEZ, J.; ORTEGA, C. 1994. Determinación del turno óptimo de descorche. *Actas del III Congresso Florestal Português*, Figueira da Foz.

MONTOYA OLIVER, J. M. 1988. Los alcornocales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid.

MONTOYA OLIVER, J. M. 1993. Determinación del consumo de la carga pastante. Fijación de equivalencias. Valoración del pasto. *Montes*, 32.

MOSQUERA LOSADA, M. R.; GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, A.; RIGUEIRO RODRÍGUEZ, A. 1999. Ecología y manejo de praderas. INIA-MAPA, Madrid.

NAVARRO GARNICA, M. 1955. El pastoreo en los montes. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

OREGUI, L. M.; BRAVO, M. V.; GABIÑA, D. 1993. Efectos de la utilización de pastos comunales de monte en la producción del ovino lechero en la Comunidad Autónoma Vasca. *Sustrai*, 13 - 4.

ORTEGA SANTOS, L. 1991. Restauración del medio natural piscícola. *Montes*, 23.

PORTUGAL, M. I. *et al.* 1993. Ordenación biótica de dos albuferas de la Herdade de Revilheira (Sur de Portugal) en una perspectiva integrada. *Actas del I Congreso Forestal Español*. Lourizán, Pontevedra.

PRADA, M. A.; ALLUE, M.; GIL, L.; PARDOS, J. A. 1996. Programa de mejora de *Pinus pinaster* Ait. grandes productores de miera en la provincia de Segovia. SECF.

RIBELLES, M. T. 1994. Nuevas normativas autonómicas en materia de pesca fluvial. *Montes*, 36.

RIESCO MUÑOZ, G. 1994. Ordenación de montes para la producción de resina en España. *Actas del III Congresso Florestal Português*, Figueira da Foz.

RIESCO MUÑOZ, G.; MARÍN PAGEO, F. 1987. Datos propios (sin publicar). IARA, Jaén.

RIGUEIRO RODRÍGUEZ, A. *et al.* 1998. Manual de sistemas silvopastorales. Proyecto Agrobyte, Lugo.

RIVAS GODAY, S.; RIVAS MARTÍNEZ, S. 1963. Estudio y clasificación de los pastizales españoles. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

ROIG, S.; BRAVO, J. A.; SAN MIGUEL, A. 2001. Estudio preliminar a la ordenación de pastos en el parque natural de las Sierras de Urbasa y Andía (Navarra). *Actas del III Congreso Forestal Español*, Granada.

ROUSELL, J.; ZINKEL, D. 1989. Naval Stores. Production, Chemistry, Utilitations. Pulp Chemicals Association, New York.

SAINZ DE LOS TERREROS, M. *et al.* 1991. Canalización y dragado de cauces: sus efectos y técnicas para la restauración del río y sus riberas. Diputación Foral de Alava, Vitoria.

SERRANO ORODEA, M. 1991. Ordenación de montes en resinación. Seminario sobre Inventario y Ordenación de montes. CENEAN, Segovia.

SERRANO ORODEA, M. 1994. Métodos de Ordenación de pinares en resinación. En: Ordenación de Montes Arbolados. Madrigal, A. ICONA, Madrid.

SERRANO ORODEA, M. 1994. Ordenación de montes de Pino pinaster en resinación. Reunión del grupo de trabajo sobre Ordenación de Montes. SECF-CENEAN, Segovia.

SOLÍS SÁNCHEZ, W. 1993. Industrias forestales de productos no maderables: corcho, resinas, etc. Actas del I Congreso Forestal Español. Lourizán, Pontevedra.

STODDART, L. A.; SMITH, A. D. 1943. Range management. McGraw Hill, New York.

VELASCO FERNÁNDEZ, L. 1986. El sector corchero ante la integración de España en la Comunidad Económica Europea. Montes, 10.

XUNTA DE GALICIA. 1999. Anuario de Estadística Agraria, Santiago de Compostela.